
22102174240





RIVE DE PREGNY
GENÈVE

22 Octobre 1910

Monsieur et très honoré Confrère

Vous avez bien voulu me permettre de reproduire quelques unes des figures de votre beau livre sur la guerre de l'Afrique du Sud, je vous en ai été très reconnaissant. Je vous envoie aujourd'hui les Leçons de Chirurgie de guerre que je viens de publier et vous verrez combien je dois à la lecture de votre ouvrage si intéressant et si riche de faits et d'observations sagaces.
Je vous suis donc doublement redevable et je vous prie, Monsieur et très honoré Confrère,

d'agréer mon envoi comme témoignage de ma profonde estime

Pierre Reverdy



à monsieur G. H. Makins
Hommage reconnaissant

LEÇONS
DE
CHIRURGIE DE GUERRE

DES BLESSURES FAITES PAR LES BALLES DES FUSILS





LEÇONS

DE

CHIRURGIE DE GUERRE

DES BLESSURES FAITES PAR LES BALLES DES FUSILS

PAR

J.-L. REVERDIN

Professeur à la Faculté de Médecine de Genève.

Avec 7 planches en phototypie.

GENÈVE & BÂLE
GEORG & Cie, ÉDITEURS
Libraires de l'Université.

PARIS
FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR
108, Boulevard St-Germain.

1910

GENÈVE

IMPRIMERIE ALBERT KÜNDIG

A la mémoire du Colonel A. Ziegler, médecin en chef de l'Armée fédérale.

A Monsieur le Colonel A. Murset, médecin en chef de l'Armée fédérale.



PRÉFACE

Au moment d'écrire ces quelques lignes j'ai été pris d'un scrupule et, n'était le plaisir de rendre un public hommage au professeur J. Reverdin, j'aurais laissé cette préface dans l'encrier. En effet, est-elle utile ? N'aura-t-elle pas le sort habituel des préfaces de n'être pas lue ?

Tout médecin qui verra le nom de l'habile chirurgien de Genève sur la couverture de ce livre l'ouvrira à la bonne page, et sa hâte de lire le maître lui-même sera parfaitement justifiée. Pas n'est besoin en effet de résumer son œuvre. Après avoir pendant de nombreuses années enseigné à nos collègues de l'armée suisse les préceptes de la chirurgie militaire, comme le sage qui sait choisir son heure, le professeur Reverdin a jugé qu'elle était arrivée et il s'est décidé au repos. L'ouvrage qu'il nous donne doit donc être tenu pour un véritable testament scientifique. C'est l'expression réfléchie d'une longue expérience, c'est la forme définitive donnée aux leçons qui, professées à l'Université de Genève, sont déjà connues de tous les chirurgiens militaires.

Ceux qui n'ont pas eu la bonne fortune d'entendre la parole toujours simple et claire du maître retrouveront dans son livre les qualités qui le caractérisent. La science et l'art de la chirurgie générale le comptent comme l'un des représentants les plus autorisés de cette génération qui, instruite par les désastres de l'ère préantiseptique, a su créer les merveilles de la pratique chirurgicale ac-

tuelle. De la chirurgie militaire il a vécu les heures sombres dans une ville et un pays qu'il a toujours regardé comme une seconde patrie. Depuis il a suivi l'évolution des moyens de détruire, il a résumé au début de ces leçons toutes les données utiles pour la compréhension du mode d'action des projectiles. Comme tout chirurgien véritable curieux du pourquoi des choses, il a exposé les théories diverses du mécanisme des lésions subies par les tissus après en avoir fait la critique au cours des expériences de tir sur le cadavre qui, pendant quelque trente ans, lui ont servi de base pour l'instruction des médecins militaires suisses, méthode de démonstration fort utile, car elle fournit à qui sait l'utiliser une représentation suffisamment approchée des désordres observés sur le vivant. Or, les dernières guerres ont bien établi que les blessures par les petits projectiles modernes différaient par certaines particularités importantes des blessures causées par les grosses balles de jadis. Aussi ne suffit-il plus de se reporter aux descriptions des anciens chirurgiens d'armée et cela tout aussi bien en ce qui concerne l'anatomie pathologique que la clinique des blessures de guerre. Nul mieux que l'auteur de ce livre ne l'a compris; il a grossi son expérience personnelle de toute la documentation fournie par les guerres récentes.

Au total, c'est grâce à un enseignement de quelque trente ans que le maître de l'Université de Genève a su résoudre le difficile problème de résumer en deux cents pages tout ce que la chirurgie d'armée a de spécial, tout ce dont les conditions sociales actuelles imposent la connaissance à tous les médecins. En ce faisant, le professeur Reverdin une fois de plus a été fidèle à la devise chirurgicale : Etre utile.

H. NIMIER.

INTRODUCTION

En 1881, le colonel Ziegler, alors médecin en chef de l'armée fédérale, me chargea de faire des leçons de chirurgie de guerre aux médecins militaires commandés pour un cours tactique et clinique; dès lors j'ai fait ce cours chaque année, sauf en 1896 et en 1908.

N'ayant de cette chirurgie spéciale que l'expérience limitée que m'en avaient donnée le siège de Paris et la guerre de la Commune, j'ai dû, pour préparer mes leçons, recourir à l'étude des publications anciennes et récentes de chirurgie militaire, accumuler un grand nombre de notes et me tenir au courant des observations faites dans les guerres modernes; de plus, chaque année, une journée a été consacrée à répéter sur des cadavres et divers objets les expériences à l'aide desquelles s'est peu à peu édifiée la théorie de l'action des projectiles et de son mécanisme; j'ai recueilli ainsi un grand nombre de pièces de démonstration. A maintes reprises, plusieurs de mes auditeurs m'ont exprimé le regret que tout le travail consacré à ces recherches, pendant tant d'années, ne laissât aucune trace et le désir que je publiasse mes leçons. Je me suis décidé à le faire et cela d'autant plus volontiers que M. le colonel Murset, qui a succédé au regretté colonel Ziegler comme médecin en chef, a bien voulu m'y encourager.

Il n'est pas douteux que de nos jours, où, dans la plupart des pays, les médecins civils peuvent être appelés à

pratiquer la chirurgie de guerre, il ne soit nécessaire de les mettre au courant des questions spéciales que soulève l'étude des blessures par armes à feu et qu'ils n'ont pas eu l'occasion d'approfondir dans les cours universitaires. C'est précisément cette lacune que sont venues combler, pour les médecins suisses, les leçons de chirurgie de guerre faites aux cours tactiques et cliniques par MM. les professeurs Kocher à Berne, Roux à Lausanne et par moi-même à Genève.

Le petit nombre d'heures dont je disposais pour ces leçons m'obligeait à en limiter le programme et je me suis borné à faire une étude générale des blessures produites par les balles des fusils de guerre. Cette étude comprend d'abord un chapitre consacré à l'examen des propriétés physiques et dynamiques des balles de fusils, puis je passe en revue les lésions qu'elles produisent dans les différents appareils de l'organisme, j'étudie la marche des plaies par armes à feu, leur diagnostic et leur pronostic; un chapitre assez étendu est ensuite consacré à la théorie de ces blessures, à leur mécanisme tels que permettent de les comprendre les expériences faites par mes devanciers et celles que j'ai répétées après eux; je termine enfin par des considérations sur la thérapeutique chirurgicale spéciale aux champs de bataille, en cherchant à établir quelles sont les méthodes reconnues les meilleures, comment on peut les appliquer et comment doit se répartir l'activité des différentes formations sanitaires en campagne.

J'ai dû, dans ces leçons, me borner à étudier les particularités de la chirurgie de guerre en les envisageant d'une façon générale; je ne pouvais en aborder les détails que les médecins trouveront, du reste, dans les traités didactiques de chirurgie militaire.

J'ai placé à la fin du volume sept planches en phototypie.

La planche II est composée de reproductions de figures

empruntées au livre de G. H. Makins, chirurgien de l'Hôpital St-Thomas à Londres, sur la guerre du Transvaal et à l'ouvrage de H. Nimier, médecin-inspecteur, sur les blessures du crâne et de l'encéphale; la planche IV est composée de figures tirées du traité de chirurgie de guerre de E. Delorme, médecin-inspecteur général. Je suis très reconnaissant à ces trois auteurs d'avoir bien voulu m'autoriser à me servir de ces intéressants documents.

Les cinq autres planches sont originales et représentent des pièces expérimentales ou cliniques que j'ai pu recueillir; je les ai accompagnées d'un texte explicatif détaillé.

Le lecteur trouvera dans le chapitre premier des tableaux relatifs aux propriétés physiques et dynamiques des projectiles; des chiffres qu'ils renferment, les uns ont été empruntés à divers ouvrages et particulièrement à ceux de Nimier et de von Coler, d'autres m'ont été fournis par l'intermédiaire du colonel Murset; mes tableaux étant composés d'éléments provenant de ces diverses sources, il ne m'a pas été possible de les accompagner du nom de leurs auteurs, comme je l'aurais fait dans toute autre circonstance.

Si les leçons que je publie dans ce livre sont de quelque utilité aux médecins appelés à donner leurs soins aux victimes de la guerre, mon but sera atteint.



CHAPITRE PREMIER

LES BALLES DES FUSILS DE GUERRE

LEURS PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET DYNAMIQUES

(Planche I, fig. 1 à 25).

Messieurs,

Dans le petit nombre d'heures dont je dispose pour ces leçons, je ne puis songer à étudier avec vous les nombreuses questions que comprend l'étude de la chirurgie de guerre; je suis obligé de me borner, et d'éliminer de parti pris l'étude des blessures qui ne présentent pas de caractères spéciaux en campagne. C'est ainsi que les blessures par armes blanches, devenues du reste toujours plus rares à mesure que les combats corps à corps ont perdu de leur fréquence, ne diffèrent pas essentiellement de celles qui sont produites dans la vie civile par les instruments piquants ou tranchants; les coups de sabres, d'épées, de baïonnettes ou de lances ne produisent pas d'autres lésions que les coups de faux, de couteaux ou de poignards; si les unes peuvent différer des autres en étendue, leur nature est la même; tout médecin en comprend les indications et la thérapeutique.

Il n'en est pas de même des blessures produites par les

projectiles lancés par les armes à feu, elles sont de beaucoup les plus nombreuses en temps de guerre, et leurs caractères sont tout particuliers. Mais ici encore je me vois forcé à me borner à l'étude d'une partie seulement de ces blessures.

On divise les armes à feu en armes portatives (fusils et revolvers) d'une part, et en armes non portatives (canons) de l'autre. Il serait certainement désirable d'étudier les blessures dues à ces deux catégories d'armes, mais, puisque mon temps est limité, je suis obligé de faire un choix et je ne m'occuperai dans ces leçons que des plaies dues aux projectiles des armes portatives; je laisserai de côté l'étude de celles qui sont produites par les éclats des gros projectiles. Je suis guidé par les deux raisons suivantes : en premier lieu, ces dernières blessures sont bien moins différentes que les premières de celles que nous voyons se produire dans les grands accidents de la vie civile; en second lieu, elles sont, en guerre, infiniment moins nombreuses. Ce fait a été établi avec une grande évidence par les observations recueillies pendant les dernières guerres, et cela malgré les progrès remarquables apportés dans la construction des armes non portatives et dans leurs projectiles; en voici quelques exemples : dans la guerre du Transvaal, le corps d'armée du général boer Albrecht ne perdit pas un seul homme bien que les Anglais lui eussent envoyé 400 shrapnells; dans un autre combat, les Boers eurent 12 morts et 40 blessés pour 1000 projectiles tirés contre eux par l'ennemi; un camp boer renfermant 4000 hommes, établi à Pardeberg, fut bombardé pendant dix jours par 120 pièces d'artillerie et n'eut que 120 morts, soit un mort par pièce; on a calculé que chaque soldat boer tué avait coûté aux Anglais une tonne de fonte.

Les observations faites pendant la guerre russo-japo-

naise sont bien instructives aussi; elles nous montrent combien le nombre des blessures par projectiles d'artillerie est inférieur à celui des blessures par projectiles de fusils; les renseignements statistiques concernant l'armée japonaise du général Oku ont donné, pour la période du 24 avril au 17 novembre 1904, les chiffres suivants : sur un total de 21,180 blessures, 8 % étaient dues aux projectiles d'artillerie, 7 % aux armes blanches et 85 % aux projectiles de fusils.

Du côté des Russes, Ilyin a compté sur 1170 blessés 13 % de blessures par shrapnells, 0,5 % par éclats d'obus, 0,5 % par armes blanches et 86 % par balles de fusils. Le chirurgien russe Zöge von Manteuffel a pu dire que les effets des obus brisants sont surtout des effets moraux.

C'est pour ces raisons que nous ne nous occuperons dans ces leçons que des blessures par balles de fusils.

Au premier abord, il semble que rien n'est plus brutal que la balle moderne et que l'étude des blessures qu'elle produit doit être dénuée d'intérêt; il n'en est rien en réalité et je vous montrerai que, tout au contraire, la recherche de leur mécanisme est des plus captivante, que, là comme ailleurs, rien ne se produit au hasard, que ce mécanisme obéit à des lois précises.

Avant d'étudier les blessures, il est nécessaire de bien connaître l'instrument qui les produit et toutes ses propriétés. Cet instrument a été singulièrement perfectionné depuis l'invention des armes à feu et toutes les modifications apportées successivement à sa construction ont eu pour objectif de le rendre plus efficace, c'est-à-dire de permettre au combattant d'atteindre toujours plus sûrement et de toujours plus loin le but visé, en augmentant à la fois la justesse et la portée des coups de feu.

On divise ordinairement en périodes les étapes successives de ces perfectionnements.

La **première période** est celle des armes à feu primitives, des bâtons à feu, des fusils se chargeant par la bouche, fusils à âme lisse, lançant des projectiles sphériques, le plus souvent des balles de plomb fondues dans un moule; la charge de poudre est considérable mais la vitesse initiale de la balle diminue rapidement; la portée de ces armes est faible; la trajectoire est fort irrégulière et la justesse du tir laisse beaucoup à désirer.

La **deuxième période** est celle des armes dites de précision. La balle ronde des armes primitives était introduite par la bouche et ne pouvait par conséquent remplir le cylindre creux du canon; il en résultait qu'au moment où elle était chassée par la déflagration de la poudre elle heurtait alternativement les parois du tube métallique et était facilement déviée de la trajectoire régulière, soit d'emblée par le fait de son mode de sortie, soit ultérieurement par la résistance de l'air, du vent ou au contact du but. C'est à ces imperfections que l'on chercha à remédier et l'on y arriva peu à peu par diverses modifications amenant le forcement de la balle.

On imagina d'abord de forcer le projectile, c'est-à-dire de l'obliger à remplir exactement le calibre du canon en le foulant, en l'écrasant au moyen de la baguette introduite par la bouche; pour obtenir ce résultat, on modifia la forme de ce projectile qui, de sphérique, devint conique (Tamisier); puis on facilita son aplatissement en munissant le fond du canon d'une pièce cylindrique saillante (fusils à tige); plus tard ce fut la balle qu'on modifia, on lui donna une forme cylindro-conique ou cylindro-ogivale et sa base fut creusée en entonnoir; les gaz faisant effort contre les parois relativement minces de cet entonnoir les appliquaient contre le canon (projectiles à expansion); dans quelques modèles l'évidement postérieur de la balle était comblé par une pièce de bois ou de métal,

appelée culot qui, au moment du coup, devait s'enfoncer dans le plomb et élargir ainsi la base du projectile (projectiles à culot). Les balles Minié, celles de notre ancien fusil Prélat Burnand, étaient des balles à expansion, celles des volontaires anglais des balles à culot de bois.

En même temps que l'on changeait la forme des balles, on modifiait le canon; sa surface intérieure était lisse, on imagina de la creuser de rayures spirales; ces rayures conduisaient le projectile, lui imprimaient un mouvement de rotation qui assurait la régularité de sa trajectoire et diminuait l'influence des résistances; d'où : portée plus considérable et justesse de tir supérieure.

Les balles de cette période étaient encore en plomb pur moulé, elles étaient de fort calibre et d'un poids considérable; la balle du fusil Minié, employé par l'armée française pendant les guerres de Crimée et d'Italie, avait un diamètre de 17 mm. et pesait 53 grammes; ce poids nécessitait une forte dose de poudre.

A la **troisième période** nous voyons apparaître le chargement par la culasse; le premier fusil de guerre de ce genre, qui fit ses preuves sur les champs de bataille, fut le fameux fusil à aiguille, le fusil Dreyse; il date de 1841. Le principe des armes de ce genre était le suivant : le projectile de forme variée, olivaire, cylindro-conique ou cylindro-ogivale était d'un diamètre légèrement supérieur à celui du canon; il était introduit avec la charge de poudre enfermée dans une douille métallique dans une pièce, nommée culasse, placée à la partie postérieure du canon; la culasse était hermétiquement fermée et, au moment du tir, le projectile chassé en avant par les gaz pénétrait dans le canon de calibre inférieur à celui de la culasse et se trouvait forcé. Les armes ainsi construites furent successivement adoptées par les différentes puissances après l'Allemagne; le Chassepot, notre Vetterli en sont des

exemples. La balle du fusil allemand avait un diamètre de 13,6 mm. et pesait 31 grammes, elle avait une forme olivaire; les armes adoptées par les autres puissances étaient d'un calibre un peu moindre, de 10 à 11 mm. et leurs balles ne pesaient que 20 à 25 grammes et étaient cylindro-ogivales.

C'est pendant cette troisième période que l'on adopta, en Allemagne d'abord, une modification dans la composition et la fabrication des balles de fusil; on substitua au plomb pur, qui se déforme très facilement, un alliage de plomb et d'antimoine, qui a l'avantage d'être plus résistant, et on lui donna le nom de plomb dur; les balles obtenues par le moulage du plomb fondu avaient l'inconvénient de n'être pas toujours parfaitement régulières ni parfaitement homogènes et l'on imagina de les fabriquer par le découpage d'un cylindre de plomb dur.

Toutes les modifications de cette période eurent pour résultat une augmentation importante de la portée des projectiles et de la justesse du tir.

La **quatrième période** est caractérisée par l'adoption du mécanisme de la répétition; cette modification n'a qu'une importance tactique mais ne change rien aux propriétés ni à l'énergie traumatique des projectiles de guerre. Vous savez que la Suisse a été le premier pays qui ait adopté les fusils à répétition et que, malgré les défiances du début, la plupart des puissances n'ont pas tardé à les adopter aussi.

La **cinquième période,** la période actuelle, se distingue de la précédente par une diminution du calibre qui a été abaissé de 11 ou 10 mm. à 8, 7 ou même 6,5 mm.; ce changement en a entraîné toute une série d'autres. La balle de 7 mm. eût été beaucoup trop légère et par consé-

quent eût été trop facilement déviée par le moindre obstacle ou arrêtée par la résistance de l'air si l'on n'eût augmenté sa masse; le seul moyen d'y parvenir était d'augmenter sa longueur et c'est ce qui fut fait. Mais l'augmentation de la longueur de la balle ne pouvait, d'autre part, que favoriser l'irrégularité de la trajectoire et, pour y obvier, il fallut raccourcir la spire des rayures, en termes techniques : diminuer le pas des rayures; on imprimait ainsi un mouvement de rotation plus rapide au projectile, ce qui assurait la régularité de sa course. Mais alors il arrivait qu'énergiquement pressée dans les rayures la balle y laissait des débris de sa surface, l'arme était vite encrassée et détériorée. Comment parer à cet inconvénient grave ? On ne pouvait employer des balles en métal dur, tel que le cuivre ou l'acier; la densité de ces métaux est trop faible et, de plus, les balles en acier mettaient bientôt l'arme hors d'usage. On tourna la difficulté en construisant des projectiles dont la masse principale, en plomb dur, était enveloppée d'une cuirasse extérieure d'un métal résistant, cuivre, acier, maillechort ou alliages divers à base de nickel. Cette enveloppe dure, cette cuirasse recouvre la surface du projectile, sauf à sa base, qui est tantôt complètement, tantôt incomplètement découverte; la balle de notre fusil suisse fait exception, sa partie antérieure seule est cuirassée, tandis que toute sa base et plus de la moitié de ses faces latérales sont à découvert.

Les armes employées dans la guerre du Chili et du Pérou, dans la guerre hispano-américaine, celle d'Abyssinie, celle du Transvaal et la guerre russo-japonaise appartiennent à cette période; ce sont par conséquent les armes qui nous intéressent le plus. Comme nous le verrons, les lésions qu'elles produisent présentent des caractères de bénignité relative, et cette bénignité est due à la réduction du calibre et à la présence de l'enveloppe résistante de la cuirasse.

De divers côtés on avait été frappé du fait que des blessures, dues à ces projectiles et traversant le corps de part en part, pouvaient non seulement ne pas être mortelles, mais même ne pas mettre le blessé hors de combat; les Abyssins avaient surnommé l'arme italienne : le fusil qui ne tue pas; l'on avait vu pendant la guerre du Chitral des indigènes se ruer, malgré leurs blessures, dans les rangs des soldats anglais. Ceux-ci eurent alors, dit-on, l'idée d'enlever la partie antérieure de la cuirasse de leurs balles; le projectile ainsi modifié, au lieu de conserver sa forme, s'aplatit en atteignant les parties résistantes, comme les os, et produit alors des désordres dont les caractères sont ceux des lésions dues aux anciennes balles et qui présentent même souvent le caractère explosif; leur gravité est considérablement accrue et, en règle générale, le blessé est mis hors de combat. On donne le nom de balles Dum-Dum à ces balles décuirassées à leur partie antérieure, du nom de la fabrique qui fut chargée pendant quelque temps d'en approvisionner les troupes anglaises aux Indes.

Les résultats obtenus avec les balles Dum-Dum ont engagé à expérimenter d'autres dispositifs; les Anglais ont employé au Soudan une balle creusée, à sa pointe, d'un canal cylindrique où le plomb est à nu; on a essayé des projectiles analogues dont le canal est pourvu d'un tube de cuivre, d'autres dont l'enveloppe complète en avant présente quatre fentes longitudinales antéro-postérieures. Toutes ces dispositions ont pour effet de favoriser la déformation du projectile, l'aplatissement de sa pointe, ce qui revient à augmenter son diamètre. A un certain point de vue, ces balles dum-dumisées et leurs congénères représentent un retour à la période des armes de plus fort calibre, mais avec une aggravation due à leur plus grande vitesse. Elles constituent une **sixième période.**

Et maintenant nous en voyons poindre **une septième,**

sur laquelle nous ne possédons pas encore de renseignements suffisants, c'est celle des balles pointues, de la balle S allemande, de la balle D française et d'autres qui sont à l'étude en Suisse et ailleurs; ces balles, au lieu de présenter une partie antérieure ogivale, sont pointues; la vitesse initiale de la balle S est de 860 m. au lieu de 620 que possédait l'ancien projectile et la trajectoire est absolument rasante jusqu'à 600 mètres.

I. ARMES ANCIENNES

Puissances	Fusils	Balles			Charge en gr.	Pas des rayures.	Vitesse initiale.
		Calibre en m/m.	Longr en calibre.	Poids. en gr.			
Allemagne	Mauser 1871...	11	2, 60	25	5	0m550	445m
France ...	Chassepot 1866	11	—	25	5, 50	—	450m
» ...	Gras 1874	11	2, 50	25	5, 25	0m550	450m
Suisse....	Vetterli 1869...	10, 4	2, 30	20, 4	3, 75	0m660	435m

Si nous cherchons, après cet exposé, à comprendre les raisons d'être des modifications successives des armes à feu de guerre, nous pouvons dire que le but des tacticiens a été d'augmenter la portée des armes et la justesse du tir, c'est-à-dire de multiplier le nombre des blessés et des morts; or on ne peut augmenter la vitesse initiale d'un projectile et en même temps sa portée qu'en diminuant son diamètre, sans quoi la résistance de l'air aurait vite fait de l'arrêter dans sa course; d'autre part, si le projectile de diamètre moindre conservait la même longueur, sa masse serait insuffisante et alors sa force vive serait incapable de surmonter les obstacles dus soit à la résistance de l'air, soit à celle du but touché; enfin on ne peut diminuer indéfiniment le diamètre en compensant la diminution de la masse que cet abaissement en-

II. ARMES MODERNES

Puissances	Fusils	Balles			Constitution des balles		Vitesse initiale en mètres
		calibre en m/m	longr en m/m	poids en gr.	noyau	cuirasse	
Allemagne	Mauser 1889-91	7,9	30,80	14,69	plomb	acier nickelé	640
Angleterre	Lee Metfort 1889	7,7	32,10	13,84	»	maillechort,	630
Autriche	Mannlicher 1888	8,0	31,80	15,80	»	acier,	593
Etats-Unis	Springfield 1892	7,5	30,00	14,23	»	maillechort,	—
France	Lebel 1886.	8,0	30,00	15,00	»	maillechort,	610
Italie	Paravicino-Carcano 1891.	6,5	30,20	10,50	»	maillechort,	700
Roumanie	Mannlicher 1892	6,5	31,20	10,09	»	acier recouvert de maillechort,	746
Suisse	Rubin-Schmidt 1889-96	7,5	30,30	13,84	»	cuirasse d'acier à la partie antérieure et calepin de papier.	614
Turquie	Mauser 1889	7,65	30,70	14	»	acier nickelé,	680
Armes employées pendant la guerre russo-japonnaise.							
Japon	? 1897	6,5	32	10,50	plomb	maillechort renforcé à la pointe,	725
Russie	? 1891	7,62	30,5	13,70	»	maillechort,	643

traîne par un allongement du projectile, car celui-ci n'aurait plus aucune stabilité, il serait exposé à basculer sur lui-même et la justesse du tir serait compromise. Les projectiles de 7 à 8 mm. sont déjà soumis à cette chance de bascule à la rencontre d'une résistance un peu importante et il est assez peu probable qu'à moins de découvertes nouvelles le calibre des armes de guerre de l'avenir soit abaissé au-dessous de celui des armes actuelles, c'est-à-dire au-dessous de 8, 7 et, au minimum, 6, 5 mm.

Il y a encore un point que les inventeurs de nouvelles armes ne perdent pas de vue, c'est la tension de la trajectoire; plus cette tension est grande, c'est-à-dire plus la trajectoire se rapproche d'une ligne droite, plus s'accroît en longueur l'espace dangereux; l'accroissement de la vitesse initiale et surtout celui des vitesses restantes jouent à cet égard le rôle principal; l'extension de l'espace dangereux n'a, au point de vue de la chirurgie de guerre, d'autre effet que d'augmenter le nombre des blessés mais ne change rien aux caractères des lésions produites.

Nous venons de nous occuper de ce que l'on peut appeler les qualités *physiques* des projectiles et nous avons vu que les projectiles modernes sont de forme allongée, cylindro-ogivale, d'un calibre de 7 mm. en moyenne, d'une longueur équivalant à 4 calibres, qu'ils pèsent environ 15 grammes, qu'ils sont formés d'un noyau de plomb dur (alliage de plomb et d'antimoine), recouverts à la pointe en tous cas et ordinairement sur toute leur surface, sauf la base, d'une enveloppe de métal dur.

Voyons maintenant quelles sont les *qualités dynamiques* que possèdent ces projectiles pendant leur course, depuis leur sortie du canon jusqu'à leur arrêt final.

Au sortir de la bouche du fusil le projectile est animé de mouvements divers, mouvement de *vibration*, mouvement de *propulsion en avant*, mouvement de *rotation* et quelquefois mouvements *anormaux*.

III

	Vitesse initiale en mètres	Vitesses restantes en mètres											
	0m	100m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m	900m	1000m		2000m
Armes anciennes.													
Fusil à aiguille 13mm60	283	—	—	259	—	—	240						
Vetterli 14mm4	435	376	335	308	286	269	254	241	228	216	205		
Armes modernes													
Allemagne....	640	566,5	501,5	443,8	392,9	348,7	319,5	299,4	284,4	272,2	260,9	.....	170,3
Angleterre....	571	»	455	»	377	»	321	»	280	»	219	......	159
Autriche......	620	505	456	416	385	360	338	319	303	289	277	......	197
Etat-Unis.....	608	»	»	»	335	»	»	»	»	244	»	......	»
France.......	640	550	488	438	397	364	335	311	290	272	255	......	158
Italie.........	700	»	511	»	»	»	334	»	»	»	263	......	177
Roumanie.....	746	»	521	»	406	»	331	»	279	»	241	.....	144
Suisse........	615	541	475	417	370	336	312	293	276	260	246	......	142

Le projectile vibre d'abord par suite des pressions subies dans le canon soit dans le sens longitudinal par son frottement contre la paroi rayée, soit dans le sens transversal par le fait de la compression que lui imprime d'arrière en avant la tension des gaz de la poudre; ces vibrations sont l'origine du sifflement de la balle.

Le projectile est animé d'un mouvement de propulsion en avant que viennent ralentir puis finalement arrêter définitivement d'une part la résistance de l'air et d'autre part la pesanteur, à moins que l'arrêt ne soit le fait de la rencontre du but avant la chute terminale. Le mouvement de propulsion donne au projectile sa vitesse et celle-ci peut être mesurée et évaluée en chiffres. La *vitesse initiale* se mesure par l'espace parcouru par le projectile pendant la première seconde au sortir de la bouche de l'arme, mais en supposant que, pendant cette première seconde, la résistance de l'air ni la pesanteur n'ont agi. On appelle *vitesses restantes* les vitesses que possède encore la balle à telle ou telle distance et on évalue ces vitesses restantes par l'espace parcouru à partir de cette distance dans la première seconde, toujours en supposant arbitrairement que, pendant cette seconde, aucun ralentissement ne s'est produit par le fait de la pesanteur ou de la résistance de l'air.

Le tableau III vous indique les vitesses initiales et restantes des armes anciennes et des armes actuelles.

En examinant ces chiffres vous voyez que les vitesses initiales des armes modernes sont très supérieures à celles des anciennes; vous voyez ensuite que même à de grandes distances, à 1000 et même à 2000 mètres, nos projectiles sont encore animés de vitesses restantes considérables. Néanmoins vous serez frappés du fait que proportionnellement ces projectiles ont perdu à ces distances une plus forte part de leur vitesse; tandis que la balle du fusil Vetterli conservait à 1000 mètres le 42 % de sa vitesse

initiale, le fusil suisse d'ordonnance actuel n'en garde plus que le 37 %; ceci s'explique par la réduction de sa masse. Cependant, en raison de la grande vitesse initiale de nos balles leur portée est considérablement augmentée et leur trajectoire est plus tendue, c'est-à-dire se rapproche plus d'une ligne droite, d'où une augmentation de la longueur de l'espace dangereux.

IV. Pas des rayures et mouvement de rotation.

	Pas des rayures. Longueur de la spire.	Rotation initiale. Nombre des rotations dans la première seconde.
Mauser . . . 11^{mm}	$0^{m}550$	781
Mauser . . . $7^{mm}9$	$0^{m}250$	2660
Gras . . . . 11^{mm}	. . . . . .	850
Lebel . . . . 8^{mm}	$0^{m}240$	2550
Paravicino-Carcano $6^{mm}5$	. . . . . .	3500
Vetterli . . . $10^{mm}4$		
Rubin-Schmidt . $7^{mm}5$		
	Espace parcouru pendant la première rotation.	
Mauser . . . 11^{mm}	54 cm.	
Mauser . . . 7^{mm}	24 cm.	

Le mouvement de rotation sur leur grand axe dont sont animés les projectiles des fusils rayés, mouvement qui leur est imprimé par les rayures, varie avec le pas de ces rayures; on appelle *pas des rayures* la longueur suivant laquelle celles-ci décrivent un tour complet à la surface interne du canon. La vitesse de la rotation dépend de deux facteurs : la force de propulsion et le pas des rayures; avec la même force de propulsion, plus le pas des rayures est court, plus le mouvement de rotation est rapide. Or

dans les armes actuelles le pas des rayures est beaucoup plus court que dans les anciennes; il était de 0,550 mm. dans le fusil Mauser de 11 mm., il est de 0,250 mm. dans le Mauser de 7,9 mm., et de 0,240 mm. dans le Lebel. La balle Mauser de 11 mm. faisait 781 rotations dans la première seconde, celle de 7,9 mm. en fait 2660; la balle du fusil Gras en faisait 850, celle du Lebel en fait 2550; la balle Mauser de 11 mm. faisait un tour complet sur elle-même en 55 cm. à la sortie de la bouche, celle de 7,9 mm. en fait un en 24 cm. Les fusils de calibre inférieur, tels que le fusil italien de 6,5 mm., dépassent encore ces chiffres et communiquent à leur projectile un mouvement de rotation si rapide qu'à la bouche ils exécutent 3500 tours dans la première seconde. Cette rapidité du mouvement de rotation a pour effet de permettre aux projectiles réduits de vaincre plus facilement les obstacles qui pourraient les dévier dans leur course, de corriger la tendance à la bascule à laquelle leur forme allongée et la position de leur centre de gravité en arrière de leur centre de figure et leur faible masse les exposent, et de faciliter leur pénétration. La rapidité du mouvement de rotation assure donc la stabilité du projectile. Pour donner ce mouvement il faut une impulsion énergique, puisque le frottement est intense; et le mouvement de rotation est absolument nécessaire, comme le montre l'expérience; Nimier et Laval nous disent que si l'on tire une balle cylindro-ogivale avec un fusil à âme lisse elle ne tarde pas à prendre dans sa course un mouvement de rotation sur son petit axe et à progresser en pirouettant, ceci du fait de sa forme allongée et de la résistance de l'air. Le mouvement de rotation paraît se conserver plus longtemps que celui de propulsion; une balle morte en est encore animée, comme le démontre une expérience de von Coler.

Ce mouvement a-t-il de l'importance au point de vue des effets vulnérants, de leur intensité et de leurs carac-

tères ? Il faut avouer que nous ne sommes pas actuellement en mesure de répondre à cette question; il est évident que la rotation favorise la pénétration, mais a-t-elle une part dans la production à courte distance des phénomènes explosifs ? Cela est probable, mais nous sommes peu éclairés sur ce point.

Les mouvements anormaux dont peuvent être animés les projectiles sont, les uns primitifs et dus à quelque vice de l'arme ou de la balle, les autres secondaires et se produisent pendant la course, du fait des obstacles rencontrés et du fait aussi de la forme des balles; ce sont des mouvements de tangage, de bascule et de pirouette.

Les effets vulnérants des projectiles sont dus à la force dont ils sont animés; cette force, *la force vive,* pour employer l'expression consacrée en mécanique, a pour composantes, d'une part la masse du projectile, et de l'autre la vitesse dont il est animé; sa valeur se calcule par la formule :

$$F = \frac{m v^2}{2}$$

On évalue la force vive en kilogrammètres; un kilogrammètre représente la force nécessaire pour élever un kilogramme dans l'espace d'une seconde à un mètre de hauteur. Remarquez que d'après la formule ci-dessus l'augmentation de la vitesse a une importance bien plus grande que celle de la masse puisque dans cette formule la vitesse est au carré, ce qui n'est pas le cas pour la masse; c'est pour cette raison que la réduction de la masse de nos projectiles modernes ne les empêche pas de posséder une force vive de beaucoup supérieure à celle des anciennes balles : l'augmentation de leur vitesse compense et au delà la diminution de leur masse.

Un fait à noter c'est que, si la force vive initiale de nos projectiles a augmenté, les forces vives restantes dimi-

V

	FORCES VIVES INITIALES ET RESTANTES EN KILOGRAMMÈTRES											
	Initiales	Restantes à										
	0m	100m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m	900m	1000m	1500m	2000m
Armes anciennes.													
Allemagne..	251,491												
Autriche....	236,829												
France.....	257,175												
Etats-Unis..	252,755												
Italie	244,902												
Suisse.. ...	195	146	116	98	84	75	66	60	54	48	43	26	
Armes modernes.													
Allemagne..	314	239	186	145	113	90	76	68	63	58	53	35	23
Autriche....	310	223	167	139	119	104	92	81	73	67	61	»	31
France.. ..	344	230	183	147	121	101	86	73	64	56	50	»	19
Etats-Unis..	263	»	»	»	79	»	»	»	»	42	»	26	»
Italie.	263	»	157	»	»	»	61	»	»	»	37	»	17
Suisse.....	266	206	158	120	96	80	69	60	53	48	43	25	14

nuent proportionnellement plus rapidement avec la distance que ce n'était le cas autrefois; cependant cette force vive est encore malgré cela supérieure aux forces vives restantes des balles anciennes, même à de grandes distances; cela est possible malgré la réduction du calibre, grâce à l'augmentation de la vitesse; le tableau V vous démontre ces deux faits.

Les effets d'un projectile sur un but quelconque, ses effets vulnérants s'il s'agit du corps humain, dépendent d'une part de sa force vive et de l'autre de la résistance du but; mais ils dépendent encore du diamètre du projectile; en effet, supposons deux balles possédant la même force vive et dont l'une a 10 mm. de diamètre, l'autre seulement 5 mm., il est clair que la force vive de la première se répartissant sur une surface de 10 millimètres de diamètre, et celle de la seconde sur une surface de 5 millimètres de diamètre, chaque millimètre carré de la première surface supportera une pression bien moindre que chaque millimètre carré de la seconde; les effets seront plus grands dans le second cas. Il est donc nécessaire de calculer la force développée sur une surface identique quel que soit le diamètre de la balle, et on appelle *coefficient de pression* la valeur de la pression exercée sur une surface de un millimètre carré; ce coefficient est évalué en kilogrammètres; comme pour la vitesse, comme pour la force vive, nous devons connaître le coefficient de pression initial et les coefficients de pression restants aux différentes distances. Le fusil Lebel donne à son projectile un coefficient de pression initial de 6,847 kilogrammètres, le fusil d'ordonnance suisse donne au sien un coefficient de pression de 6,018 kilogrammètres; cela veut dire que la balle française exerce sur chaque millimètre carré d'un but atteint à bout portant une pression égale à la force nécessaire pour élever à un mètre de hauteur dans l'espace d'une seconde un poids de 6 kilos et

VI

	COEFFICIENTS DE PRESSION INITIAUX PAR mm² ET RESTANTS EN KILOGRAMMÈTRES												
	Initiaux	Restants											
	0m	100m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m	900m	1000m	1500m	2000m
Balles anciennes.													
Allemagne..	2,552												
Autriche....	2,363												
France	2,610												
Italie... ...	2,719												
Suisse......	2,251	1,685	1,339	1,131	0,958	0,846	0,762	0,692	0,623	0,554	0,496	0,300	
Balles modernes.													
Allemagne..	5,875	4,261	3,276	2,657	2.242	1,948	1,733	1,535	1,384	1,253	1,155		0,654
Autriche....	6,158	5,840	3,331	2,772	2,374	2,076	1,830	1,630	1,470	1,338	1,223		0,621
France	6,847	4,584	3,636	2,931	2,409	2,015	1,717	1,471	1,279	1,117	0,989		0,379
Italie.......	7,926	»	»	»	»	»	»	1,537	»	»	»		»
Etats-Unis..	5,96	»	»	»	1,78	»	»	»	»	0,96	»		»
Suisse......	6,018	4,660	3,574	2,714	2,171	1,809	1,561	1,357	1,199	1,085	0,950	0,565	0,316

847 grammes et que la balle suisse exerce sur chaque millimètre carré de ce même but une pression égale à la force nécessaire pour élever à un mètre de hauteur dans l'espace d'une seconde un poids de 6 kilos et 18 grammes.

Le coefficient de pression doit naturellement diminuer avec la distance, et proportionnellement plus rapidement pour nos projectiles que pour les anciennes balles, ce qui n'empêche pas que, même aux grandes distances, ce coefficient est aujourd'hui bien supérieur à ce qu'il était jadis.

Telles sont, Messieurs, les principales notions qu'il est indispensable de connaître pour étudier avec fruit les effets des projectiles de guerre sur nos tissus.

Ce n'est pas tout encore, cependant; jusqu'ici je ne vous ai parlé que des balles intactes; or, il arrive assez souvent que, d'une part, d'autres corps que la balle pénètrent dans la blessure et on leur donne le nom de projectiles indirects, que, d'autre part, le projectile proprement dit, avant de faire effraction, ait été modifié dans sa forme.

Les *projectiles indirects* sont d'espèces très variées; la balle touchant un objet quelconque dans sa course, le sol, une muraille, une pierre, une clôture, un arbre, peut en détacher un fragment et lui communiquer une partie de sa vitesse; d'autres projectiles indirects sont empruntés à l'équipement, à l'habillement du blessé et je vous donnerai comme exemples de corps solides et résistants les fragments de verres de lunettes, les boutons d'habits, comme exemples de corps mous, les fragments de vêtements. Nous verrons plus tard quel rôle peuvent jouer ces corps étrangers indirects dans les caractères et l'évolution des blessures. Pour le moment, il me suffit de vous les signaler.

Les *déformations* des projectiles sont dues à la rencontre de corps résistants et cette rencontre peut se faire avant la blessure, en dehors du corps du blessé ou pendant le trajet de la balle dans les tissus; naturellement,

ces déformations modifient à la fois la figure de l'agent traumatique et, par conséquent, la forme des lésions; leur force vive et par conséquent l'intensité des désordres; la force vive est en effet diminuée par la déformation et cela de deux façons : d'abord parce que la déformation elle-même a absorbé une partie de cette force vive et ensuite parce qu'elle a agrandi la surface par rapport à la masse qui n'a pas changé, accroissant ainsi l'action des résistances et diminuant le coefficient de pression. Les déformations des balles de guerre ont été observées pour la première fois par Ledran, au commencement du XVIII[e] siècle; depuis cette époque, leur fréquence est devenue de plus en plus grande et cela parallèlement avec l'accroissement de la vitesse des projectiles; les dernières modifications dans la constitution des balles, l'adoption des balles cuirassées ont apporté un certain obstacle, en partie compensé, du reste, par la grande vitesse, à la production de ces déformations.

Voyons quelles sont ces déformations et quels changements se sont produits successivement dans leurs caractères.

Les balles de plomb mou, lorsqu'elles atteignent un objet résistant sous une incidence perpendiculaire, tendent à s'aplatir à leur extrémité et cet aplatissement est d'autant plus complet que la vitesse est plus grande; le plomb mou, grâce à sa ductilité, a une tendance, lorsque ses molécules sont refoulées, à s'enrouler en arrière sous forme de lamelles recourbées. Suivant la distance de tir et suivant la résistance rencontrée, ces balles sont d'abord simplement aplaties et élargies en avant, puis, l'élargissement augmentant, la partie antérieure prend la forme d'un chapeau de champignon à bords renversés en arrière, puis enfin l'aplatissement gagne la base, le plomb se dissocie en lamelles étoilées et peut ainsi se fragmenter en minces débris. Delorme a caractérisé ces défor-

mations par les termes « *chapiteau, champignon* et *marguerite* ». Si la balle, au lieu de toucher l'objet résistant perpendiculairement, le frôle latéralement, des effets analogues se produisent et aboutissent à l'aplatissement latéral, à la séparation en deux ou plusieurs fragments ou à la dissociation complète. Suivant, d'autre part, que l'obstacle rencontré est uni ou irrégulier, la balle déformée présente elle aussi une surface plus ou moins lisse ou hérissée d'aspérités; les balles en champignon après tir dans l'eau ou dans l'argile sont parfaitement lisses, celles qui sont retirées du sable, des pierres ont des formes variables présentant des creux et des saillies irrégulières.

Ce sont probablement ces déformations si faciles des balles de plomb mou qui ont fait adopter l'alliage de plomb et d'antimoine, dit plomb dur, moins sujet à cet accident et cela probablement pour des raisons tactiques; les déformations diminuent en effet la force vive, comme je vous l'ai dit, et altèrent la régularité de la trajectoire.

Les projectiles cuirassés, quoique bien plus résistants, ne sont pas à l'abri des déformations; elles se produisent encore, mais naturellement, pour les effectuer, il faut que les résistances soient plus considérables. La complexité de la construction de ces projectiles fait que des modes de déformation nouveaux peuvent se produire. Lors d'un contact perpendiculaire, l'extrémité tend à s'élargir et la balle prend alors une forme qui rappelle assez bien celle du pénis avec un gland plus ou moins renflé; l'enveloppe peut s'accommoder à la forme nouvelle sans se rompre, ou bien se fendre et laisser en quelque point le plomb à nu; à un degré plus avancé la balle est disloquée à sa partie antérieure et la cuirasse déchirée présente des bords tranchants, le plomb est à nu et quelques parcelles ont disparu, au terme extrême, la masse centrale de plomb est dissociée en fragments et la cuirasse en lamelles contournées. Dans les touchers tangentiels, il se produit un apla-

tissement latéral plus ou moins accentué avec ou sans rupture de la cuirasse. Il est, enfin, une déformation rare et propre à ces projectiles qui est caractérisée par l'expulsion de tout le contenu tandis que la cuirasse, vidée de son noyau, est plus ou moins déformée.

Qu'il s'agisse de balles anciennes ou modernes, il va de soi que lorsque le contact ne se fait ni perpendiculairement ni tangentiellement, mais obliquement, les déformations sont en quelque sorte mixtes.

Tels sont, brièvement résumés, les différents types de déformation des projectiles de fusil.



CHAPITRE II

LÉSIONS
PRODUITES PAR LES BALLES DE GUERRE
ET LEURS
CONSÉQUENCES IMMÉDIATES

LÉSIONS DES PARTIES MOLLES

(Planche II, fig. 1, 2, 3 et 4.)

Nous allons maintenant, Messieurs, examiner les lésions produites par les projectiles des fusils de guerre, en commençant par celles des parties molles.

Suivant la quantité de force vive que possède un projectile au moment où il atteint le corps humain, il peut y produire une simple contusion ou faire effraction à la peau et, dans ce dernier cas, ou bien s'arrêter dans les tissus après avoir pénétré plus ou moins profondément, ou bien traverser la partie atteinte de part en part et s'échapper au dehors; enfin, si au lieu d'atteindre le corps plus ou moins perpendiculairement à sa surface, il le touche tangentiellement, il se borne à érafler superficiellement le tégument ou à l'abraser dans toute son épaisseur. On a donné des noms à chacune de ces variétés de lésions. Celles qui sont superficielles sont, d'une part, la *contusion,* d'autre part, les *érosions* et les *sillons;* dans les sillons,

le derme est abrasé dans toute son épaisseur, dans les érosions, sa couche profonde reste intacte. Les lésions dans lesquelles le projectile a pénétré dans les tissus sont nommées plaies pénétrantes et nous devons distinguer les *plaies pénétrantes incomplètes* ou *plaies en cul-de-sac* et les *plaies pénétrantes complètes* ou *plaies en séton;* on les nomme encore perforations incomplètes et perforations complètes.

J'emploierai souvent le terme de séton pour désigner les perforations complètes, mais je dois vous dire, cependant, qu'on réservait autrefois ce terme de séton pour désigner les plaies pénétrantes complètes dont le trajet était creusé immédiatement sous la peau dans le tissu cellulaire sous-cutané, comme celui que l'on créait avec l'aiguille à séton.

Contusions.

Les contusions simples des parties molles étaient loin d'être rares autrefois, particulièrement dans la période des projectiles ronds; ceux-ci perdaient rapidement de leur vitesse et, arrivées près du terme de leur course, les balles mortes produisaient assez fréquemment des contusions soit des parties molles seules, soit des os sous-jacents et cela sans aucune solution de continuité des téguments; les mêmes lésions pouvaient être dues à des balles rondes ayant perdu de leur force vive par le fait d'un ricochet; la forme de ces balles, la rareté relative de leurs déformations expliquaient bien la fréquence des contusions à cette époque lointaine. La contusion était caractérisée par l'apparition d'une ecchymose, parfois par la formation d'une escarre si le traumatisme avait été plus violent; le tout était souvent accompagné d'une sensation d'engourdissement du membre atteint.

Je vous ai dit que la contusion pouvait atteindre les os

sous les téguments intacts ou simplement contusionnés; lorsqu'une balle morte ou ayant ricoché atteignait perpendiculairement la peau qui revêt la face interne du tibia, ou le crâne, le choc pouvait produire dans l'os de petites déchirures vasculaires, souvent un soulèvement du périoste par du sang épanché quand il s'agissait d'os compact; si l'os atteint était spongieux, il pouvait y avoir au point contus une sorte de tassement des trabécules osseuses avec attrition de la moelle et épanchement de sang. Nous reviendrons sur ce sujet avec plus de détail lorsque nous étudierons les lésions du squelette.

Dans les guerres actuelles les contusions sont devenues très rares et cela s'explique facilement; la forme de nos balles, leur force vive et leur coefficient de pression bien supérieurs à ce qu'ils étaient du temps des projectiles sphériques, leur mouvement de rotation qui, comme je vous l'ai dit, se conserve même plus longtemps que celui de translation et qui leur permet d'agir à la façon d'une vrille, tout cela facilite singulièrement leur pénétration et ce ne peut être que dans des conditions exceptionnelles que la surface atteinte leur résiste. La contusion simple ne peut se produire que si la balle a perdu presque toute sa vitesse, par le fait d'un ricochet, par exemple, et si, de plus, elle atteint les tissus non par sa pointe, mais par ses faces latérales.

Anciennement, les contusions étaient non seulement assez fréquentes, mais souvent graves dans leurs suites par le fait de l'infection; celle-ci était d'autant plus fréquente que l'insignifiance apparente de la lésion faisait négliger les soins les plus élémentaires; nous ne laisserons plus aujourd'hui l'infection compliquer le cours de la maladie ou s'installer au moment où l'escarre se détache; un pansement protecteur lui défendra l'accès.

Erosions et sillons.

Je me borne à vous signaler, sans y insister, les éraflures superficielles produites par une balle qui a atteint tangentiellement la surface tégumentaire; les sillons s'en distinguent par le fait que la peau a été abrasée dans toute son épaisseur; il en résulte que la plaie, de forme allongée, s'agrandit par écartement de ses bords; cette lésion ne présente, du reste, rien de particulier et qui ne puisse s'observer dans des blessures dues à d'autres agents dans la vie civile. Il n'y a donc pas lieu d'en dire plus long.

J'arrive maintenant aux lésions vraiment typiques qui sont les *plaies en cul-de-sac* et les *plaies en séton*, les premières présentant un orifice d'entrée et un trajet qui se termine dans l'épaisseur même des tissus, et les secondes présentant un orifice d'entrée, un trajet et un orifice de sortie. Ici j'intervertirai l'ordre que nous avons suivi; au lieu de commencer par l'étude de la lésion la moins complète, je ferai l'inverse parce que, lorsque nous connaîtrons les caractères des dernières, il nous suffira de quelques mots pour en déduire ceux des premières.

Plaies en séton.

Nous avons à étudier les caractères multiples de l'orifice d'entrée, de celui de sortie et du trajet intermédiaire.

En abordant l'étude de ces lésions si particulières nous devons nous rappeler que les deux facteurs principaux qui commandent leurs caractères spéciaux sont d'une part les propriétés, spéciales aussi, de l'agent qui les produit, du projectile, de l'autre, les propriétés des tissus atteints. Pour le projectile nous avons donc à tenir compte

de ses qualités physiques et dynamiques et pour les tissus intéressés, de leur texture, de la nature des éléments qui les constituent et de leurs rapports, soit entre eux, soit avec les objets extérieurs. Nous allons voir immédiatement les applications de ces données.

Orifice d'entrée. — Si le projectile atteint par sa pointe les téguments perpendiculairement à leur surface, il broie, grâce à sa force vive et à son mouvement de rotation, une étendue de tissu égale à son propre diamètre, et la perte de substance ainsi produite devrait être arrondie et avoir le diamètre de la balle. En réalité, la perte de substance est bien arrondie, mais son diamètre est inférieur à celui du projectile. Pour comprendre ce fait, il faut se souvenir que la peau est à la fois extensible et élastique. Que se passe-t-il lorsque le projectile arrive à son contact? Avant de se laisser broyer, la peau cède à la pression, elle se distend et se déprime en entonnoir autant que le lui permet la résistance des plans sous-jacents et ce n'est que lorsque l'entonnoir ne peut plus continuer à s'approfondir, soit parce que la distensibilité de la peau est épuisée, soit parce qu'elle est arrêtée par une résistance profonde, que le projectile en broie le fond; or ce fond est formé par le tégument étiré, aminci et, lorsque, grâce à son élasticité, il est revenu à sa place, les bords de la perte de substance se sont rapprochés et le diamètre de la perforation est moindre qu'au moment de sa production.

Si donc la peau atteinte est très extensible et si les tissus sous-jacents sont peu résistants, l'entonnoir est profond et l'orifice, d'un diamètre très inférieur à celui de la balle; si la peau est moins extensible et les tissus sous-jacents plus résistants, l'orifice peut être égal ou peu inférieur à ce diamètre. La plaie d'entrée d'une balle qui a pénétré à la

partie antérieure de l'abdomen est étroite, elle est égale au diamètre de cette balle si c'est au niveau de la calotte crânienne ou de la face interne du tibia que le coup a porté; si sous la peau se trouve une aponévrose épaisse comme le fascia lata, elle est plus petite que dans le second cas, mais plus grande que dans le premier.

Une autre circonstance fait varier le diamètre de la plaie d'entrée, c'est la vitesse plus ou moins grande dont est animé le projectile; moins celle-ci est grande, plus la peau a de temps pour se laisser déprimer en entonnoir avant que la cohésion de ses molécules soit vaincue, plus au contraire elle est considérable, plus la perte de substance est rapidement effectuée avant que l'élasticité du tégument ait eu le temps d'entrer en jeu; dans le premier cas l'orifice est étroit, il est grand dans le second. Les nombreuses expériences faites avec différents projectiles et différentes armes ont démontré ce fait et permettent d'énoncer les règles suivantes : 1° Le diamètre de l'orifice d'entrée est inférieur à celui du projectile. 2° Le diamètre de l'orifice d'entrée est d'autant plus inférieur à celui du projectile que la distance de tir est plus grande.

Les tableaux suivants vous le montrent.

Plaies d'entrée (d'après von Coler) Mauser 8^{mm}

(Blessures des parties molles)

Distance	Diamètre
100^{m}.	= 7^{mm},5.
200^{m}.	= 7^{mm},02.
600^{m}.	= 6^{mm},8.
700^{m}.	= 6^{mm},7.
800^{m}.	= 6^{mm},64.
1000^{m}.	= 6^{mm},08.
1200^{m}.	= 5^{mm},63.
1600^{m}.	= 5^{mm},5.
2000^{m}.	= 5^{mm},7.

Il est clair que les dimensions de l'orifice d'entrée sont en rapport avec le diamètre des projectiles eux-mêmes; les orifices d'entrée des projectiles modernes sont de dimensions très réduites comparativement à ceux que produisaient les anciennes balles; autrefois, pendant les guerres de Crimée ou d'Italie, il était facile d'introduire le doigt dans les plaies sans aucun débridement, il est absolument impossible d'en faire autant actuellement; bien plus, dans la guerre russo-japonaise on a noté que les plaies dues au fusil japonais étaient si petites qu'il était parfois difficile de les découvrir sans les renseignements donnés par le blessé.

La forme de la perte de substance est arrondie et régulière lorsque la balle a atteint la peau de pointe, perpendiculairement à la surface et qu'elle n'est pas déformée. Il n'en est pas toujours ainsi; l'orifice d'entrée a la forme d'un parallélogramme quand le projectile est arrivé de flanc, celle d'un ovale ou d'une ellipse s'il a touché obliquement; s'il a été déformé par un ricochet ou par une première blessure, la plaie est à la fois anormalement grande et irrégulière. Enfin il est des cas où la balle a atteint les tissus perpendiculairement à leur surface et où cependant la plaie, au lieu d'être ronde, est ovalaire; cela dépend alors de l'attitude du membre au moment de la blessure; supposons que le projectile atteigne la région antérieure de la cuisse, le membre étant dans la position d'extension de la cuisse sur le bassin et de flexion de la jambe sur la cuisse; dans ces conditions la peau de la région antérieure de la cuisse est allongée dans le sens de l'axe du membre : la balle y creuse une perte de substance circulaire, mais, une fois le membre revenu à l'attitude du repos et l'élasticité des téguments entrant en jeu, l'orifice se trouve plus étendu dans le sens transversal que dans le sens vertical; au moment du coup, les téguments allongés dans ce dernier sens occupaient une plus grande longueur; la plaie est ovalaire à grand axe transversal.

Un autre caractère de la plaie d'entrée c'est le *renversement en dedans de ses bords;* ce caractère constant et pathognomonique est une conséquence de l'enfoncement de la peau en entonnoir; c'est en effet le fond seul de cet entonnoir qui est broyé par la balle et juste assez pour que l'orifice permette son passage; la base de l'entonnoir reste en place tant que l'on n'a pas touché à la plaie. Le renversement des bords de la plaie en dedans est donc constant si la plaie est fraîche; si elle ne l'est pas il peut ne plus exister; les mouvements du blessé, ceux qui lui sont imprimés pour le transporter ou une exploration le font facilement disparaître; précieux quand il est présent, il ne faut pas s'étonner de son absence, ni se baser sur elle pour le diagnostic. Théoriquement, le renversement doit être d'autant plus accusé et plus étendu que la vitesse du projectile est moindre puisque, dans ce cas, la profondeur de l'entonnoir est plus grande.

Le dernier caractère des plaies d'entrée est l'*existence d'une zone brunâtre sur le bord même de la perte de substance;* cette coloration foncée est due à deux causes; en premier lieu, à des débris de poudre incomplètement brûlée déposés sur les parois de l'entonnoir par la balle qui s'est en quelque sorte essuyée au passage; cette coloration disparaît par un lavage ou un essuyage soigneux. Après l'enlèvement de cet enduit on voit sur le vivant (mais non dans les expériences cadavériques) persister une coloration variant du brun noir au bleuâtre et qui, elle, ne disparaît pas sous l'influence des lavages; elle rappelle celle des ecchymoses et occupe précisément la bordure cutanée renversée en dedans sur les bords de la plaie; cette coloration est due à la contusion violente subie par les parties de la peau déprimée en entonnoir; les parois de cet entonnoir ont subi à la fois une pression, une extension et une friction rapide et énergique qui expliquent facilement la contusion et la teinte ecchymotique.

Concluons donc que, dans la règle, l'orifice d'entrée des plaies par projectiles de fusil est constitué par une plaie arrondie, avec perte de substance en général de diamètre inférieur à celui du projectile, à bords légèrement renversés en dedans et à bordure ecchymotique.

Nous avons vu, chemin faisant, les conditions qui peuvent modifier cette plaie ou faire varier ses caractères; je vous ai montré que ces variations sont toujours dues à des causes purement physiques. Dans tous les cas le diagnostic de la plaie d'entrée ne doit pas se baser sur un seul de ces caractères mais sur leur réunion ou au moins sur la présence des plus importants d'entre eux.

Orifice de sortie. — Les caractères de la plaie par laquelle le projectile s'échappe des tissus sont beaucoup plus variables que ceux de l'orifice d'entrée et cela se comprend facilement; ce projectile, en effet, peut avoir traversé tantôt une mince couche de tissus mous, tantôt une couche plus épaisse et plus résistante, tantôt, enfin, avoir rencontré les os; toutes ces circonstances diverses ont dû modifier inégalement soit sa vitesse restante, suivant que la dépense de force vive a été plus ou moins grande, soit même sa forme, si les résistances ont été assez fortes. Voyons quels sont les caractères de la plaie de sortie, et comment ils varient suivant la nature et les propriétés du but atteint et traversé.

La forme de l'orifice de sortie est ordinairement très différente de celle de la plaie d'entrée; celle-ci était arrondie et avec perte de substance, celle-là est une solution de continuité, une fente tantôt simple, tantôt bifurquée ou étoilée et sans aucune perte de substance; même lorsque cette plaie de sortie est de grandes dimensions, à grands lambeaux, ces lambeaux rabattus suffisent pour la fermer complètement. Pourquoi cette forme si différente de

celle de la plaie d'entrée ? Les conditions dans lesquelles se trouvent les téguments à la sortie l'expliquent aisément; la balle qui a traversé les parties molles d'un membre arrive à la face profonde de la peau avec une vitesse plus ou moins diminuée suivant l'épaisseur et la résistance des parties intéressées dans le trajet, la peau élastique a le temps de céder et de former un entonnoir à sommet périphérique avant de se rompre; celui-ci sera donc plus allongé qu'à l'entrée; d'autre part, le tégument n'est pas soutenu comme il l'est à l'entrée par les plans de tissus sous-jacents, mais absolument libre; le projectile ne pourra dans ces conditions comprimer la peau puisque aucun point d'appui ne la soutient; elle cédera donc et se distendra jusqu'à ce que la limite de cohésion soit atteinte; alors elle se fendra et laissera échapper le projectile. La preuve indirecte que cette explication est bien la vraie, c'est que précisément si le tégument est soutenu à la sortie, le membre atteint étant appuyé contre un objet résistant, un mur, un tronc d'arbre, l'orifice de sortie est alors plus ou moins arrondi et avec perte de substance.

Lorsque, dans le trajet, les os ont été atteints et brisés, il arrive fréquemment que les esquilles ou les grands fragments osseux sont projetés dans la plaie de sortie; on comprend que celle-ci puisse alors présenter une forme des plus irrégulières. Dans les mêmes circonstances le projectile est souvent déformé, quelquefois fragmenté, et nous pourrons voir dans cette dernière éventualité deux ou plusieurs orifices de sortie avec un seul orifice d'entrée.

Les dimensions de la plaie de sortie, et surtout les dimensions respectives de la plaie d'entrée et de celle de sortie ont fait le sujet de nombreuses discussions; déjà Dupuytren soutenait que toujours la plaie d'entrée est plus petite que celle de sortie, tandis que Blandin affirmait exactement le contraire. En réalité on ne peut établir de règle absolue et invariable et les choses se sont du reste

sensiblement modifiées par l'introduction des projectiles cuirassés, moins déformables que les anciennes balles de plomb.

Quand les parties molles seules ont été atteintes, nous trouvons aujourd'hui une plaie de sortie linéaire ou étoilée; la longueur de la fente est légèrement supérieure au diamètre de la plaie d'entrée. Si l'on peut dire qu'en règle générale la plaie de sortie est un peu plus grande que celle d'entrée, il faut bien remarquer qu'à l'entrée il y a perte de substance et qu'il n'y en a pas à la sortie; au point de vue de la quantité de tissus intéressés et de la nature des désordres, la plaie d'entrée est une lésion plus considérable que la plaie de sortie; établir la prépondérance en comparant la longueur d'une fente avec le diamètre d'un orifice circulaire, ne me paraît pas logique; on ne doit comparer que des objets comparables et ce n'est pas le cas.

Lorsque la balle a rencontré sur son trajet des parties dures — les os — et les a fracturés, les esquilles peuvent être projetées dans la plaie de sortie et chacune d'elles peut, en agissant pour son compte, agrandir cette plaie. C'était la règle autrefois mais cela est devenu bien moins fréquent et moins accusé actuellement; ce n'est guère que lorsque l'os fracturé n'est recouvert du côté de la sortie que par une mince couche de tissus que cet effet se trouve réalisé.

Les dimensions de la plaie de sortie varient comme celle de la plaie d'entrée suivant la vitesse du projectile, c'est-à-dire suivant la distance du coup; plus le projectile a une vitesse considérable, plus les dimensions de la plaie de sortie sont grandes, et cela parce que dans ces conditions les téguments n'ont eu que peu de temps pour céder à la propulsion en avant et ont éclaté avant la formation d'un cône allongé; si, au contraire, la balle n'a plus qu'une faible vitesse, la peau se laisse pousser en avant et forme

un cône très allongé qui éclate à son sommet, la balle fait donc une déchirure sur un tégument étiré, et, lorsque celui-ci revient à sa position normale, nous y trouvons une solution de continuité plus petite que tout à l'heure; il faut cependant remarquer que si à l'entrée les dimensions de la perte de substance par pression, broiement, sont exactement limitées au contact du projectile, la déchirure de la sortie peut être plus ou moins longue suivant l'état moléculaire des tissus atteints.

PLAIES DE SORTIE (D'APRÈS VON COLER). MAUSER 8^{mm}.

(Blessures des parties molles.)

$100^{m} = 9^{mm},5$
$200^{m} = 9^{mm},2$
$600^{m} = 8^{mm},0$
$700^{m} = 8^{mm},1$
$800^{m} = 7^{mm},7$
$1000^{m} = 7^{mm},31$
$1200^{m} = 6^{mm},0$
$1600^{m} = 5^{mm},7$
$2000^{m} = 5^{mm},7$

Nous observons à la sortie une disposition absolument inverse de celle que nous avons décrite à l'entrée; si nous pouvons examiner la plaie fraîche, non altérée par les contacts, les transports, etc., nous voyons que les bords de la déchirure de sortie, ou ses lambeaux si elle est étoilée, sont renversés en dehors; souvent, à travers cet orifice, du tissu adipeux, des franges aponévrotiques font saillie ou bien la pointe d'une esquille en cas de fracture; comme pour l'entrée, ce caractère fait souvent défaut au moment de l'examen, non qu'il n'ait existé, mais parce qu'il a été détruit après la blessure. Cependant il n'est pas

très rare que, même après la guérison, on puisse encore distinguer l'entrée à une cicatrice légèrement déprimée et la sortie à une cicatrice plus ou moins saillante.

De ce que le projectile n'a pas agi à la sortie par attrition comme à l'entrée, il résulte que nous ne devons pas rencontrer sur les bords de la plaie d'ecchymose immédiate à teinte brunâtre; en effet, dans les premiers moments, il n'y a pas de coloration anormale des bords de la déchirure, mais il arrive fréquemment qu'un peu plus tard une ecchymose apparaît; elle est due non à l'attrition comme à l'entrée, mais à une déchirure par traction des vaisseaux étirés au moment de la formation du cône de projection; la peau est alors brusquement séparée des couches sous-jacentes et il se forme au pourtour de la plaie, comme l'a montré Pirogof, une sorte de poche où s'accumule du sang et où s'arrêtent fréquemment les corps étrangers légers, les fragments de tissus de vêtements en particulier; dans tous les cas, l'ecchymose de la plaie de sortie est tardive, à l'inverse de ce qui se passe à l'entrée.

Pour résumer les caractères de la plaie de sortie, nous dirons que celle-ci présente la forme d'une déchirure simple ou étoilée, sans perte de substance, de dimensions un peu supérieures au diamètre de la plaie d'entrée, que ses bords sont renversés en dehors et que l'ecchymose y est tardive.

Comme pour l'entrée, la diminution du calibre des armes et la moindre déformabilité des projectiles cuirassés ont modifié d'une façon analogue, mais peut-être encore plus accusée, les dimensions de la plaie de sortie; les anciennes balles donnaient lieu à la production, même à d'assez grandes distances, d'une plaie de sortie large, fortement déchirée, beaucoup plus large que l'entrée; cela était dû à la déformation du projectile, à son grand diamètre et à la propulsion dans le trajet de masses con-

sidérables de tissus jouant eux-mêmes le rôle de projectiles; dans le cas de fracture, on voyait, sans exceptions, un orifice de sortie largement déchiré, de 10 cm., par exemple, ou même plus large encore; actuellement les plaies de sortie sont réduites à des fentes de dimensions très minimes, peu déchirées; elles présentent ces caractères même dans le cas de fracture pour peu que l'os atteint soit éloigné de la peau et séparé d'elle par des masses musculaires un peu épaisses; elles sont cependant plus grandes que dans les trajets des parties molles.

Trajet. — Le projectile qui a traversé la peau rencontre au-dessous de celle-ci différentes couches de tissus mous ou durs; pour le moment, nous ne nous occuperons que des parties molles, l'étude des lésions des os et des articulations, des vaisseaux et des nerfs présentent des caractères particuliers et nous leur consacrerons des chapitres spéciaux. Restent donc le tissu cellulaire sous-cutané et intermusculaire, les muscles et leurs tendons, les aponévroses et les petits vaisseaux et nerfs. Les lésions produites dans ces différentes parties sont commandées par les propriétés respectives de celles-ci.

Sous la peau le projectile rencontre une couche plus ou moins épaisse de tissu cellulaire adipeux; ce tissu est mou et dépourvu d'élasticité, aussi la balle y creuse-t-elle, en le traversant, un canal cylindrique dont le diamètre est égal au sien. Au-dessous du pannicule graisseux se trouve l'aponévrose superficielle, plus ou moins forte suivant les régions, et pourvue de fibres élastiques généralement assez abondantes; il doit se passer pour elles ce qui se passe pour la peau, l'orifice aponévrique doit être d'un diamètre inférieur à celui de la balle; c'est, en effet, ce qui se vérifie. La perforation des aponévroses varie de forme suivant la vitesse du projectile; plus ou moins arrondie et avec légère perte de substance pour une balle

de calibre un peu fort et possédant une grande vitesse, elle est réduite à une simple fente linéaire, quelquefois difficile à trouver à l'autopsie lorsque la lésion est due à une balle cuirassée de petit calibre et que sa vitesse est relativement faible.

Le tissu musculaire est à la fois élastique et contractile, sa consistance est plus ou moins ferme, plus molle dans le relâchement, plus dure pendant la contraction; il est assez fragile. Autrefois, le trajet à travers un membre pouvait être comparé à une série de cônes tronqués dont la base était tournée du côté de la sortie; ces cônes creusés dans les masses musculaires étaient séparés par les aponévroses beaucoup moins atteintes, le premier cône était le moins évasé, le dernier présentait le plus grand diamètre.

Supposons un trajet creusé par une balle du fusil Vetterli à travers trois muscles successifs séparés les uns des autres par des aponévroses, nous aurons la figure suivante : orifice arrondi à la peau, mesurant environ 9 mm. de diamètre, à bords ecchymosés et légèrement renversés en dedans, trajet cylindrique de 10 mm. de diamètre dans le tissu adipeux sous-cutané, orifice en forme de fente ovalaire avec légère perte de substance et mesurant environ 8,5 mm. de longueur dans l'aponévrose superficielle; dans la première couche musculaire, plaie en cône tronqué un peu plus large à son origine que la perforation de l'aponévrose et s'évasant de façon à mesurer un diamètre au moins double à sa base qui repose sur la seconde lame aponévrotique; dans cette lame, orifice en forme de fente avec quelques déchirures, mais sans perte de substance, fente un peu plus grande que celle de la première lame; cône musculaire dans le muscle suivant, plus large à son origine que le précédent et s'évasant dans de plus grandes proportions encore; même progression pour la troisième lame fibreuse et pour la troisième masse mus-

culaire; enfin, plaie de sortie à la peau notablement plus large que celle d'entrée, ordinairement étoilée, mais sans aucune perte de substance. Chaque cône musculaire est plus ou moins rempli par une masse formée par du sang en partie liquide, en partie coagulé, et par le tissu musculaire réduit en bouillie. Une partie de ce magma demi-liquide a été projeté en avant et a contribué à l'agrandissement des lésions.

Actuellement, les choses se sont sensiblement modifiées dans le sens d'une diminution de l'étendue et de l'intensité des désordres. A part leur diamètre moindre, rien n'est changé relativement à la plaie d'entrée à la peau et au canal cylindrique creusé dans le tissu adipeux; mais on est immédiatement frappé de la petitesse des ouvertures aponévrotiques réduites à de simples fentes, souvent difficiles à trouver, et de l'absence d'évasement en cônes successifs de la plaie musculaire; cette dernière n'est représentée que par un étroit canal régulièrement cylindrique ou peu s'en faut, et l'examen des parois de ce canal semble indiquer que les fibres ont été simplement divisées et fort peu broyées; il est presque du calibre de l'arme, même à sa partie terminale. C'est du moins ce que nous avons pu voir maintes fois dans nos expériences cadavériques et c'est bien ce que représentent les figures de von Coler faites d'après des coupes de cadavres congelés.

Les choses se passent-elles de la même façon sur le vivant ? Il est permis d'en douter; la contractilité musculaire ne peut être mise hors de cause, les fibres coupées doivent forcément s'écarter par le fait de leur élasticité et surtout de leur contractilité, et le canal doit évidemment être bien plus large sur le vivant que sur le cadavre; mais il est bientôt comblé d'abord par le sang épanché, puis par l'exsudat et le gonflement inflammatoires. Dans tous les cas, il faut retenir des résultats expérimentaux que les lésions produites dans les muscles par les projectiles

cuirassés de petit calibre sont réduites au minimum, c'est-à-dire presque à une simple solution de continuité sans attrition.

Au temps des balles de 10 à 11 mm., on pouvait observer des blessures des parties molles et des muscles qui présentaient les caractères explosifs, très peu accentués, il est vrai; Socin a donné la figure d'un cas de ce genre; c'était un coup de feu à travers le deltoïde. Cela ne peut plus se voir aujourd'hui. Makins est de cet avis; il n'en a jamais observé de cas au Transvaal, et il doute fort, dit-il, de l'existence des effets explosifs en ce qui concerne les parties molles.

Les *tendons* présentent une structure analogue à celle des aponévroses; comme elles, ils sont pourvus, et encore plus abondamment, de fibres élastiques; ils en diffèrent par leur forme rubannée ou cylindrique, leur épaisseur et leur résistance considérables.

Anciennement, on a pu voir assez fréquemment un projectile passer entre des tendons voisins et contigus sans les léser, bien que son diamètre fût supérieur à l'intervalle qui les sépare, en un mot, les tendons pouvaient s'écarter brusquement au moment où la balle passait entre eux, mais à la condition qu'ils fussent suffisamment mobiles; cela n'était plus possible s'ils étaient au contraire fixés; observé quelquefois à la partie inférieure de l'avant-bras, ce genre de lésion ne pouvait se produire ni aux doigts ni à la partie antérieure du poignet, où les tendons sont maintenus par des ligaments. Dans nos expériences, je n'ai jamais vu lésion semblable se produire avec les balles cuirassées et il me paraît bien peu probable que cela soit possible; leur vitesse bien plus grande que jadis me semble ne pas le permettre. Les lésions les plus fréquentes sont les sections complètes ou partielles et, dans le premier cas, les bouts s'écartent comme dans les sections produites par les instruments tranchants.

Une lésion plus rare, c'est le séton des tendons; on a vu déjà anciennement de ces perforations sur des tendons volumineux, tels que le tendon d'Achille, le tendon rotulien ou celui du triceps crural et, de nos jours, des tendons moins larges peuvent être perforés de la même façon, comme Makins l'a indiqué. Naturellement, le diamètre de ces perforations est de beaucoup inférieur à celui du projectile, puisque les tendons sont richement pourvus de fibres élastiques.

Le trajet d'une balle dans les parties molles peut être *direct* lorsqu'il traverse ces parties d'un orifice à l'autre en ligne droite, ou bien il est *indirect* dans le cas contraire et il peut alors être figuré soit par une ligne courbe, soit par une ligne coudée, brisée une ou plusieurs fois. Ces déviations du trajet sont dues aux résistances rencontrées par le projectile pendant la traversée de la partie atteinte. Actuellement, les trajets indirects sont tout à fait exceptionnels et il suffit presque toujours de réunir par une ligne droite les orifices d'entrée et de sortie pour connaître exactement ce trajet; pour qu'il en soit autrement avec nos projectiles, il faut que leur force vive ait été presque complètement dépensée par la rencontre d'une résistance qui l'a épuisée, soit que la balle ait produit une première blessure, soit qu'elle ait ricoché contre un objet résistant. En effet, d'après les expériences de von Brun's, les balles de 8 mm. traversent à 100 m. 4 ou 5 membres placés les uns derrière les autres en brisant leurs os et à 800 m., quelquefois même à 1200 m., elles sont encore capables d'en traverser 2 ou 3.

Il n'en était pas du tout ainsi autrefois et, tout au contraire, du temps des balles rondes, les trajets directs étaient l'exception plutôt que la règle; non seulement les balles déviaient lorsqu'elles rencontraient un os, soit en plein, soit latéralement, mais les aponévroses, les tendons, les muscles contractés pouvaient suffire à provoquer un

changement dans leur direction. Plus tard, les balles cylindro-coniques ou cylindro-ogivales furent beaucoup moins sujettes à ces déviations; cependant on en observait encore parfois, mais rarement dans les blessures des parties molles seules. J'ai vu chez un blessé du siège de Paris un trajet indirect de ce genre dû à la balle prussienne du fusil à aiguille; le projectile avait pénétré à la partie supérieure et externe de la cuisse gauche, au niveau du grand trochanter, mais il n'y avait aucune lésion apparente du squelette et le blessé guérit sans aucune complication, ce qui ne serait certainement pas arrivé si l'os avait été atteint; la balle était logée dans l'épaisseur de la paroi abdominale à gauche de la ligne médiane, assez profondément située, très voisine du péritoine; le projectile que j'enlevai lorsque la plaie fut cicatrisée était aplati latéralement et il avait très probablement frôlé l'aponévrose fascia lata tendue et soutenue par la résistance profonde du trochanter; la déformation du projectile ne pouvait laisser de doute sur la réalité d'un trajet indirect.

On peut parfois, à un examen superficiel, commettre l'erreur de prendre pour indirect un trajet en réalité direct, si le blessé est examiné dans une attitude de la partie lésée autre que celle qu'elle avait au moment du coup; il suffit alors de lui faire prendre cette dernière position pour rectifier l'erreur.

On observait parfois une variété de trajets indirects, à laquelle on donnait le nom de *trajets en contour;* il y en avait de plusieurs espèces. Les plus communes et les plus compréhensibles se voyaient au crâne; un combattant atteint en plein front présentait dans cette région une plaie d'entrée tandis que l'orifice de sortie se trouvait en arrière, à l'occiput; il semblait évident qu'il s'agissait d'un séton du crâne, mais on ne constatait ni signe de fracture ni symptômes cérébraux; c'est qu'en réalité le projectile n'avait pas pénétré dans la

boîte crânienne, et voici l'explication, maintes fois vérifiée, de ce fait : la balle traversait en avant les parties molles seules, la résistance du frontal la faisait dévier et il l'aurait simplement rejetée hors de la plaie si elle n'avait déjà cheminé sous la peau, de sorte que, refoulée par l'os, elle rencontrait celle-ci, qui la repoussait à son tour contre l'os, et ainsi de suite jusqu'au moment où elle finissait par traverser ces téguments lorsque son incidence était favorable.

On décrivait de même des trajets en contour thoraciques, dans lesquels la paroi costale jouait le même rôle que la calotte crânienne; des trajets en contour articulaires particulièrement au genou; on a même vu, dit-on, des plaies en contour du cou.

Une autre espèce de plaies en contour, plus difficile à admettre et dont cependant les anciens chirurgiens ont donné des observations plus ou moins probantes, est celle dans laquelle le projectile, au lieu de suivre la convexité du crâne ou des côtés, chemine dans leur concavité entre la calotte et la dure-mère, entre la paroi costale et la plèvre, ou même dans l'épaisseur de la paroi abdominale; il faut naturellement que le projectile commence par pénétrer la paroi sous une incidence très oblique jusqu'à la couche qui l'arrête; s'il s'agit du crâne, il arrive jusqu'à la dure-mère, mais celle-ci résiste, le refoule du côté des os qui l'empêchent de s'échapper, et il fait alors son chemin entre la calotte et la dure-mère, décollée au fur et à mesure jusqu'à son arrêt final.

Les plaies en contour, à quelque variété qu'elles appartiennent, semblent incompatibles avec la forme des projectiles cylindro-coniques ou cylindro-ogivaux et avec le mouvement spiral qui les anime, et je ne sache pas que l'on ait jamais vu depuis l'époque des balles rondes de plaies en contour du crâne ni de la poitrine.

En est-il de même des plaies en contour des articula-

tions ? Pendant la guerre franco-allemande on a observé un assez grand nombre de cas de blessures du genou présentant une ouverture d'entrée en avant et un orifice de sortie dans le creux poplité et qui ont guéri sans accidents; on était tenté d'admettre que ces guérisons s'expliquaient parce que l'articulation n'avait pas été traversée et qu'il s'agissait d'une plaie en contour; à cette époque, en effet, une plaie articulaire entraînait presque fatalement la suppuration de l'articulation avec toutes ses conséquences et le plus souvent la mort. En face de la fréquence relative de faits de ce genre on dut se demander si l'explication n'était pas erronée. Simon, de Heidelberg, montra qu'une tige métallique du calibre de la balle prussienne pouvait traverser d'avant en arrière le genou demi-fléchi sans léser les os, à la faveur d'un léger écartement des surfaces cartilagineuses; d'autre part, on acquit la certitude que les plaies pénétrantes articulaires, dans certaines conditions, peuvent guérir sans accidents. J'ai vu un cas de ce genre, dans le service du professeur Gosselin, pendant le siège de Paris; il s'agissait d'une plaie pénétrante du genou avec fracture de la rotule, qui guérit après l'élimination de petites esquilles et sans aucune autre complication. Disons immédiatement que les blessures qui, à cette époque, guérissaient sans complications, sans suppuration étaient celles qui avaient échappé par bonheur aux explorations ou autres interventions peu aseptiques; les orifices étant de petites dimensions et laissés à eux-mêmes, la guérison pouvait se faire. On se demanda alors si ces soi-disant plaies en contour articulaires n'étaient pas de véritables plaies pénétrantes qui avaient guéri malgré la pénétration; il semble bien qu'il en était réellement ainsi; ce fut l'opinion unanime des chirurgiens en 1870. Avec le calibre réduit et les projectiles cuirassés, la question ne se pose même pas; reportez-vous à ce que je vous ai dit des balles de 8 mm.

qui, d'après von Brun's, traversent de part en part à 100 m. quatre ou cinq membres, à 800 m. deux ou trois, ainsi qu'aux expériences confirmatives de von Coler. Il est dès lors impossible de supposer un instant que des projectiles possédant une pareille force de pénétration se laissent jamais dévier par la faible résistance des côtes ou refouler par la peau du crâne.

Plaies en cul-de-sac.

Les plaies en cul-de-sac ou plaies pénétrantes incomplètes, fréquentes autrefois, sont devenues de plus en plus rares à mesure que les armes se sont perfectionnées, et actuellement presque toutes les balles traversent de part en part soit les membres soit les cavités splanchniques. Dans les nombreux tirs expérimentaux que nous avons faits depuis que les balles cuirassées ont été adoptées, je ne me souviens pas que nous en ayons observé un seul cas avec la charge entière ni avec une charge réduite de façon à donner au projectile la vitesse qu'il a à 800 m.

Cependant, dans les combats, ces plaies peuvent se produire, mais alors elles sont dues soit à des balles perdues provenant de très grandes distances, soit à des projectiles ricochés ayant perdu presque toute leur vitesse.

Dans ces plaies en cul-de-sac nous avons à considérer l'orifice d'entrée, le trajet et le fond.

La plaie d'entrée est arrondie et en général étroite, sauf dans les conditions déjà mentionnées où, sous la peau, se trouvent des parties résistantes qui s'opposent à la formation de la dépression en entonnoir; assez souvent cet orifice présente une forme irrégulière parce que la balle s'est déformée en ricochant, ou une forme ovalaire, allon-

gée, parce qu'elle a touché le blessé plus ou moins obliquement et non par sa pointe.

Le trajet était décrit anciennement comme figurant un cône à base située dans la profondeur; la plaie allait en s'élargissant par le fait de l'aplatissement de la balle et de la propulsion devant elle des tissus broyés; le fond était donc la partie la plus large et pouvait occuper soit les parties molles soit un os fracturé comminutivement ou lui-même creusé d'un cul-de-sac plus ou moins régulier. Le plus souvent le projectile occupait le fond du cul-de-sac; il pouvait arriver cependant qu'il fût absent et on se l'expliquait de la façon suivante : ce projectile, atteignant une partie du corps recouverte de vêtements, avait refoulé ceux-ci en doigt de gant dans les tissus mous, lésant ces derniers à travers ce cul-de-sac vestimentaire resté intact; en enlevant les vêtements pour découvrir la blessure, le doigt de gant avait été retourné et la balle en était sortie; la preuve de ce mécanisme était fournie par l'absence de perforation aux vêtements.

Aujourd'hui les culs-de-sac sont devenus rares et il est exceptionnel que l'on en observe, sauf dans les os; leur trajet a bien moins de tendance à présenter cet évasement dans la profondeur qui était la règle jadis; comme pour les sétons il est réduit à un canal souvent étroit, rétréci au niveau des plans fibreux et un peu plus large dans les masses musculaires.

J'ai eu l'occasion d'observer pendant le siège de Paris deux plaies en cul-de-sac, produites par la balle du fusil à aiguille; des deux projectiles extraits, l'un, à peu près intact, avait traversé la poitrine d'avant en arrière et s'était arrêté dans la région dorsale au milieu des parties molles; le second, aplati, provient de ce blessé atteint à la partie supérieure de la cuisse sans lésions osseuses et chez lequel la balle avait été se loger dans l'épaisseur de la paroi abdominale. Une troisième balle, de Chassepot

celle-ci, que je dois à mon ancien collègue, le professeur Joannès Martin, a été trouvée à l'autopsie d'un aliéné blessé pendant la Commune en 1870 et mort à l'hospice des Vernaies en 1892; elle se trouvait dans le tissu cellulaire sous-cutané de la cuisse et le blessé ne présentait aucun signe de fracture ancienne; la balle est considérablement aplatie et il est plus que probable que cette déformation s'était produite avant la blessure et expliquait sa faible pénétration.

Corps étrangers.

Les corps étrangers qui compliquent les plaies par balles sont de diverses natures; les uns sont formés par le projectile lui-même entier et intact, ou, s'il est divisé, par tout ou partie de ses fragments; d'autres corps étrangers proviennent d'objets mobilisés par le projectile et chassés par lui dans la blessure; on leur donne le nom de *projectiles indirects;* ils sont d'espèces variées; tantôt ce sont des fragments de pierre, de bois, que le projectile a rencontrés sur son passage, a détachés et poussés devant lui; tantôt c'est le blessé lui-même qui les fournit, ce sont les boutons de sa tunique, les verres de ses lunettes, des fragments de cuir de son équipement, de ses chaussures, ou des débris des étoffes de ses vêtements; ce sont même parfois des esquilles osseuses provenant d'un blessé voisin. Ces différents corps étrangers peuvent se rencontrer soit dans les plaies en cul-de-sac, soit quelquefois aussi dans les plaies en séton. Si nous laissons de côté ce qui concerne les lésions des os, nous pouvons dire qu'actuellement les projectiles directs ne se rencontrent guère que dans les culs-de-sac. Il en est autrement des projectiles indirects et si les corps

solides, tels que les fragments de verre, de pierre, de bois, les boutons ne restent guère inclus que dans les culs-de-sac, il est au contraire très fréquent que de petits débris vestimentaires se rencontrent dans les sétons, même dans les sétons des parties molles. Naturellement ces corps étrangers, à quelque catégorie qu'ils appartiennent, sont bien moins fréquents et de bien moindres dimensions que jadis; le calibre, la forme pointue des balles cuirassées et leur moindre déformabilité leur permettent de perforer les objets rencontrés sans en détacher autre chose que de menues parcelles; leur mouvement spiral agit dans le même sens. Si avec les projectiles de 10 mm. on pouvait rencontrer dans les plaies ce que Delorme appelle un gâteau vestimentaire, c'est-à-dire une superposition de morceaux de la tunique, du gilet et de la chemise de plusieurs centimètres de surface, actuellement ce fait est tout à fait exceptionnel et ce que l'on trouve, ce sont simplement quelques filaments du drap de la tunique, de la capote ou du pantalon.

Nous verrons plus tard que si le gâteau vestimentaire était fatalement l'occasion de complications graves et de suppurations prolongées, les menus débris qui souillent les sétons ou les culs-de-sac des balles actuelles jouent un rôle bien moins important à ce point de vue.

Quant à la localisation des corps étrangers dans les différentes parties de la blessure, on peut dire que ceux qui sont lourds, dont la masse est notable sous un petit volume, s'ils peuvent s'arrêter au fond d'un cul-de-sac ne se rencontrent pas dans le trajet d'un séton; que ceux au contraire qui sont légers ou dont la surface est considérable par rapport à leur masse sont facilement déviés et s'arrêtent même dans les sétons; c'est dans les culs-de-sac seuls que l'on peut trouver la balle ou des fragments volumineux de celle-ci, tandis que dans les sétons ce sont surtout des particules vestimentaires, quelquefois des mor-

ceaux plus volumineux ou des fragments de corps légers en forme de lamelles.

Ces corps étrangers ne se rencontrent pas indistinctement tout le long du trajet, mais seulement dans certains points de celui-ci, où le projectile, rencontrant une résistance plus grande, les a abandonnés parce que son frottement a été plus énergique; c'est donc avant les perforations aponévrotiques, dans le tissu cellulaire qui double la membrane fibreuse que nous les trouvons en général arrêtés; le trajet se rétrécit en ce point, l'aponévrose résiste, le projectile fait effort pour passer et abandonne les corps légers qu'il a entraînés jusque-là avec lui. Il est encore un point où ces corps se rencontrent souvent, c'est la poche de Pirogoff, cet espace creusé entre la peau décollée et la dernière aponévrose traversée avant la sortie.

Il nous reste à examiner deux points. En premier lieu, la présence des débris vestimentaires dans les blessures par armes à feu est-elle fréquente actuellement ? Elle l'est en réalité beaucoup plus que ne le feraient supposer le calibre, la forme, le peu de déformabilité et la puissance de pénétration des balles cuirassées. Von Coler a trouvé de ces débris dans 12 % de ses expériences faites en enveloppant de toile noire les membres sur lesquels il tirait. Je suis convaincu, à la suite de très nombreux examens, que cette fréquence est beaucoup plus considérable et je ne suis pas éloigné de croire qu'une blessure faite à travers des vêtements de drap est presque sans exception compliquée de la présence de menus débris; depuis plusieurs années j'ai examiné minutieusement tous les trajets expérimentaux produits sur des cadavres revêtus de la tunique réglementaire et j'y ai trouvé presque sans exception quelques brins de drap, particulièrement sous la peau, à l'orifice d'entrée.

Le second point qui nous a été révélé par l'expérimentation, c'est le fait que ces filaments pénètrent dans

l'épaisseur des tissus autour du trajet à une profondeur que l'on était loin de soupçonner. Karlinsky tire une balle de 6 mm. sur les fesses d'un chien enveloppé d'étoffe verte et il trouve autour de l'orifice de sortie des filaments de l'étoffe dans un rayon de 2 centimètres; dans une autre expérience, le coup pénètre au niveau de l'épaule et traverse le poumon et on trouve dans ce dernier des fils verts à 3 cm. autour du trajet. Tavel, qui cite ces faits, les a confirmés par des tirs expérimentaux, moins démonstratifs il est vrai puisque c'est dans des boîtes remplies de gélatine que passait la balle; Karlinski a vu de petits débris pénétrer dans les fentes de la gélatine jusqu'à 12 centimètres excentriquement.

Nous pouvons conclure de ce que je viens de vous exposer que les corps étrangers vestimentaires sont très fréquents dans les plaies par armes à feu modernes, malgré les qualités du projectile qu'elles lancent.

Il est un dernier corps étranger qui forcément pénètre dans toute plaie par arme à feu, c'est le fragment des téguments qui a été broyé par la balle à l'orifice d'entrée; il y a toujours perte de substance et par conséquent toujours pénétration de particules cutanées. C'est un fait important au point de vue de la marche ultérieure de la blessure; nous l'examinerons plus tard.

Blessures explosives.

Il est un genre de blessures dont je vous ai déjà dit quelques mots et qui a donné lieu à de nombreuses discussions; l'observation qui en a été faite, particulièrement pendant la guerre de 1870, a été l'origine de nombreux travaux expérimentaux.

Voyons d'abord quels sont les caractères particuliers de ces blessures explosives. Comme le nom l'indique, ces

caractères sont analogues à ceux des lésions produites par des projectiles creux remplis d'une substance explosive; on trouve alors un vaste foyer de dilacération dans les parties musculaires réduites en bouillie, les lames fibreuses aponévrotiques dilacérées en lambeaux et la peau largement déchirée au point où les gaz l'ont distendue puis l'ont fait éclater en s'échappant; c'est en effet ce que l'on trouve parfois dans certaines blessures à courte distance produites par des balles de fusils de guerre et ce que l'on a observé tout particulièrement en 1870; à cette époque les belligérants se sont accusés réciproquement d'avoir employé des projectiles explosifs, tant ces caractères étaient accusés; l'examen plus attentif et l'expérimentation ont démontré qu'il n'en était rien et que, dans certaines conditions, les balles de fusils de guerre peuvent produire des blessures de ce genre.

Les blessures explosives se distinguent par les caractères suivants : l'orifice d'entrée peut ne pas différer de celui d'une blessure ordinaire; c'est même la règle; mais il y a des exceptions, et alors cet orifice, au lieu d'avoir ses bords renversés en dedans, est plus ou moins analogue à celui de la sortie; les lambeaux de peau qui le bordent sont rejetés en dehors et des pelotons adipeux, des franges de tissus fibreux peuvent y faire saillie; ces particularités sont du reste rarement observées et seulement dans les régions où, immédiatement sous les téguments, se trouve un plan résistant, comme à la face interne du tibia, par exemple; on ne peut se défendre de comparer ces effets avec ceux que produirait une explosion. Le plus souvent la plaie d'entrée ne présente pas de caractères anormaux, mais alors, au delà des téguments, l'aponévrose est largement déchirée, les muscles sont broyés de telle sorte qu'ils se trouvent creusés de vastes foyers remplis d'une bouillie rougeâtre mélangée de tissus fibreux effilochés et la plaie de sortie est formée

par une large déchirure irrégulière dont les lambeaux sont rejetés en dehors; à travers cette ouverture béante fait saillie une masse informe composée de bouillie musculaire, de tendons, d'aponévroses, de nerfs et de vaisseaux déchiquetés et, si l'os a été touché, d'esquilles, dont quelques-unes sont plus ou moins volumineuses mais dont la plus grande partie est réduite en menus fragments, en sable osseux.

Une particularité tout à fait propre aux blessures explosives c'est que des vaisseaux ou des nerfs même assez volumineux peuvent être déchirés et rompus bien que leur siège ne corresponde pas au trajet; cette lésion spéciale, signalée par Habart, est exceptionnelle, mais a été observée du temps des projectiles de 11 mm.

Les blessures explosives ne peuvent se produire que dans certaines conditions, qui peuvent tenir soit aux qualités physiques et dynamiques des projectiles, soit aux propriétés des tissus intéressés.

En ce qui concerne le projectile, nous savons maintenant que plus son calibre est fort, plus le métal dont il est composé est déformable et plus la vitesse dont il est animé est grande, plus l'explosion est intense, et, en ce qui concerne les tissus atteints, nous savons aussi que plus il entre dans leur constitution de substances incompressibles ou peu compressibles, c'est-à-dire d'éléments liquides, plus ils sont aptes à subir ces désordres particuliers que l'on nomme explosifs; que ces lésions spéciales ne se produisent pas dans ceux de nos tissus qui sont à la fois compressibles et élastiques. Le cœur ou la vessie, avec leur contenu liquide, le foie, la rate, le cerveau, les diaphyses sont des exemples d'organes appartenant à la première de ces deux catégories, tandis que les poumons appartiennent à la seconde.

Il va sans dire que la facilité de production des phénomènes explosifs et l'intensité de ceux-ci varient suivant

que tous les facteurs favorables à leur production sont réunis ou que les uns ou les autres font défaut; à courte distance une balle volumineuse en plomb mou fera voler le crâne en éclats et sauter la cervelle, tandis qu'une balle de moindre calibre et moins déformable pourra traverser à la même distance des masses musculaires en y creusant simplement un canal étroit et régulier.

En résumé, les blessures explosives sont caractérisées par l'extension à distance du passage du projectile, de la désorganisation des tissus et cela surtout à l'orifice de sortie et dans le trajet, quelquefois aussi, quoique d'une façon moins évidente, à la plaie d'entrée.

LÉSIONS DES VAISSEAUX SANGUINS

(Planche IV, fig. 10, 11, 12 et 13.)

Les plaies par armes à feu sont le siège, cela va sans dire, d'un écoulement sanguin immédiat, dû à la section d'un plus ou moins grand nombre de petits vaisseaux et de capillaires; cet écoulement est assez peu abondant tant qu'un vaisseau d'un certain calibre n'est pas intéressé; d'abord composé de sang pur, il se modifie, prend une coloration moins franchement rouge, rosée, puis jaunâtre; si la plaie n'est pas recouverte par un pansement humide, si le liquide épanché peut s'évaporer à l'air ou pénétrer dans une substance absorbante, il se dessèche et forme à l'orifice de la blessure une croûte brunâtre ou noirâtre qui joue un rôle protecteur et empêche l'accès des micro-organismes du dehors. C'était presque exclusi-

vement à l'orifice d'entrée des culs-de-sac et quelquefois des sétons qu'autrefois ce phénomène se passait, tandis que la plaie de sortie saignait en général trop abondamment et était trop étendue pour qu'il pût s'y produire; d'ailleurs il était très exceptionnel que le blessé eût la chance de voir ce processus favorable laissé à lui-même sans être troublé par des explorations et des applications topiques fâcheuses (cataplasmes, cérat, etc.).

Aujourd'hui les orifices sont bien plus étroits, celui de sortie lui-même est souvent de minime étendue et, d'autre part, les chirurgiens, mieux instruits, cherchent à respecter le processus naturel de guérison, à le favoriser en en réalisant les conditions essentielles.

Le léger écoulement sanguin dû aux déchirures des petits vaisseaux et des capillaires est donc loin de créer par lui-même des complications, il est au contraire l'agent nécessaire de ce que l'on appelle la cicatrisation sous-crustacée.

Mais les projectiles, en traversant les tissus, n'y rencontrent pas seulement des vaisseaux de petit calibre; des artères plus importantes, de gros vaisseaux artériels des membres et des cavités viscérales, des veines qui les accompagnent, de gros troncs veineux sont assez fréquemment lésés sans que l'on puisse exactement dire dans quelles proportions.

LÉSIONS DES ARTÈRES

Voyons quelles sont les lésions produites sur les artères de calibre par les projectiles de guerre.

Une première question se pose : étant donné un trajet de projectile passant au niveau d'une artère volumineuse, comme la fémorale, cette artère est-elle forcément lésée ? Autrefois on avait eu des exemples assez

nombreux du contraire et l'on pensait que l'artère pouvait échapper en se laissant refouler latéralement si le projectile n'avait fait que la frôler tangentiellement, comme on l'observait aussi pour les tendons mobiles. En est-il de même aujourd'hui avec nos projectiles de forme différente et animés d'une vitesse et d'une force bien supérieures ? La plupart des chirurgiens militaires pensent que non; c'est l'opinion d'Habart, basée sur des constatations faites sur des blessés; c'est celle des auteurs des expériences pratiquées au ministère de la guerre prussien.

Cependant, au cours des expériences de tir sur des cadavres faites pour ces leçons depuis près de trente ans, nous avons vu une fois, une seule fois, une balle de 7,5 mm. raser l'artère fémorale dans le triangle de Scarpa sans la léser. Il faut ajouter que dans ces expériences les conditions sont tout autres que sur le vivant; l'artère n'est plus qu'un tube aplati et vide au lieu d'être un cylindre résistant et élastique rempli de liquide, c'est-à-dire d'une substance incompressible; il n'est donc pas du tout certain que sur le vivant les choses se fussent passées, dans ce cas unique, comme sur le cadavre; il est plus que probable que, même si le vaisseau se fût laissé écarter, ses parois eussent été contusionnées.

A part peut-être quelques faits exceptionnels, il n'est donc pas douteux que dans l'immense majorité des cas, lorsque le trajet du projectile passe au niveau d'une artère, celle-ci est forcément lésée. Quelles sont les lésions que nous pouvons y rencontrer ?

Delorme, dans son traité de chirurgie d'armée, les a particulièrement bien étudiées et je m'en tiendrai à sa classification. Ces lésions sont, en allant des plus légères aux plus importantes : la dénudation, la contusion, les sections incomplètes et les sections complètes.

Dénudation.

Elle n'a pas d'importance par elle-même et ne peut en présenter que par le fait de l'infection de la plaie; elle s'observe rarement du reste.

Contusion.

Celle-ci est ordinairement produite par le frôlement tangentiel du vaisseau par le projectile, et son intensité varie suivant l'incidence et la force vive de celui-ci; il est probable encore que les rapports du vaisseau ne sont pas sans influence sur la profondeur des lésions; une artère prise entre un plan résistant, aponévrose ou os, et le projectile a plus de chances d'être gravement lésée que si elle n'est environnée que de tissus souples et mous.

Delorme distingue trois degrés de contusion; dans le premier, on trouve à la face interne de l'artère de petits sillons perpendiculaires à son axe; ils sont dus à la déchirure du tissu conjonctif qui unit les faisceaux des fibres élastiques et des fibres musculaires circulaires de la tunique moyenne, la tunique interne a cédé aux mêmes points, mais ces sillons n'intéressent pas toute l'épaisseur de la tunique moyenne et leurs bords s'écartent peu. Dans le second degré, la séparation des fibres est plus profonde, au centre du foyer la tunique moyenne est intéressée dans toute son épaisseur, la tunique externe est à nu et il en résulte qu'extérieurement l'artère est, à ce niveau, amincie et déprimée; au delà du centre du foyer, au-dessus et au-dessous, on retrouve les petits sillons de la contusion au premier degré.

Dans le troisième degré, les tuniques moyennes et in-

ternes ont été écrasées dans toute la circonférence du tube artériel, leurs bords se sont écartés, l'artère est rétrécie et comme étranglée; au niveau de l'étranglement la tunique externe forme seule la paroi du foyer; au delà, dans le voisinage, on peut trouver des lésions du premier et du second degré.

Il va de soi que la thrombose est la première et fatale conséquence de toute contusion artérielle, à quelque degré qu'elle appartienne; dans le premier degré, peut-être, le thrombus n'est pas toujours assez épais pour produire l'oblitération du vaisseau.

Plaies incomplètes.

On peut en observer deux variétés : tantôt le projectile a entamé latéralement le vaisseau, tantôt il l'a perforé de part en part; c'est dans ce dernier cas un séton artériel avec deux orifices distincts, l'un d'entrée, l'autre de sortie.

Sétons artériels. — Quelques faits expérimentaux ont montré que les projectiles de 10 mm. peuvent traverser de part en part de grosses artères comme l'aorte, la fémorale, la carotide, sans y produire autre chose qu'un véritable séton, et à côté d'eux, se rangent quelques rares cas cliniques de même ordre; il va de soi que, par le fait de la réduction du calibre, la fréquence de ces lésions n'a pu qu'augmenter; nous ne pouvons cependant pas souvent en avoir la preuve anatomique par l'expérience en campagne car les blessures artérielles guérissent souvent avec facilité ou entraînent, comme nous le verrons, la formation d'anévrismes; nous ne pouvons savoir alors quelle a été la lésion primitive.

Je possède deux pièces de sétons artériels; l'une provient d'un suicide et l'artère pulmonaire a été traversée de part en part dans sa partie intra-péricardique par une balle de pistolet du calibre de 6 mm.; l'autre est une pièce expérimentale dans laquelle l'aorte présente près de son origine un séton dû à notre balle d'ordonnance.

Ces sétons des artères ont été observés pendant la guerre du Transvaal et pendant celle de Mandchourie. Comme ceux des nerfs, dit Makins, ils firent l'étonnement des chirurgiens. Brentano cite un cas de séton de la tibiale antérieure qui pourrait, d'après lui, s'expliquer par le fait que l'artère aurait été d'abord aplatie contre le ligament interosseux; mais il en a vu une autre sur l'artère rénale; il indique encore des cas de double perforation de la fémorale dans le triangle de Scarpa, de l'iliaque externe et de la carotide primitive; il faut noter que ces blessés n'avaient pas succombé à l'hémorragie primitive.

Plaies latérales. — Les plaies latérales sont celles dans lesquelles le vaisseau a été entamé sur l'un de ses bords tandis qu'une partie plus ou moins importante de sa circonférence est restée intacte sous la forme d'une languette large ou étroite, maintenant la continuité entre les deux bouts; par le fait de l'élasticité des parois, l'ouverture tend à s'agrandir dans tous les sens et surtout dans celui de la longueur, tandis que le pont s'allonge et se rétrécit; il en résulte que la forme de la plaie peut faire croire à une perte de substance, bien qu'il n'y en ait pas ou à une perte de substance plus importante qu'elle ne l'est en réalité.

Les bords de la plaie sont tantôt nets, cas le plus fréquent, tantôt irréguliers et mâchés; d'après Delorme et Habart, la tunique moyenne n'aurait pas de tendance à se recroqueviller en dedans, ce qui rendrait l'hémostase spontanée bien plus difficile; ceci paraît en contradiction

avec l'expérience des dernières guerres, car les chirurgiens anglais qui ont écrit à la suite de la campagne du Transvaal sont unanimes à admettre la rareté des hémorragies primitives graves dans les blessures des artères des membres; Makins, en particulier, suppose que cela peut s'expliquer par la contraction énergique des tuniques vasculaires due à la force énorme de nos projectiles et à leur action strictement localisée.

Plaies complètes.

Dans cette dernière catégorie de plaies artérielles, la continuité du vaisseau est interrompue et les deux bouts s'écartent l'un de l'autre; cette lésion devrait toujours, semble-t-il, donner lieu à une hémorragie extérieure au niveau des plaies d'entrée et de sortie, et surtout au niveau de cette dernière, qui est ordinairement plus largement ouverte; c'est en effet ce qui s'observait autrefois et ce qui devrait être actuellement la règle si, comme le pense Habart, les projectiles modernes, en sectionnant les artères, paralysaient les muscles de leurs parois, entravant ainsi le resserrement de leurs ouvertures béantes; il n'en est rien en réalité et nous savons très bien que les hémorragies primitives sont rares et que les sections complètes de gros vaisseaux comme l'axillaire ont souvent guéri sans accident; déjà Reyher avait vu un de ces cas pendant la guerre russo-turque et ils se sont multipliés depuis l'adoption des armes de calibre réduit.

Ce n'est pas seulement le projectile lui-même qui peut léser les artères, ce sont aussi les fragments plus ou moins pointus et tranchants des os fracturés, et les lésions produites par ce mécanisme sont de plusieurs variétés; une

artère peut être soulevée, comprimée, plus ou moins profondément contusionnée, par un fragment disloqué; la pointe d'un fragment peut piquer le vaisseau et y produire une plaie incomplète, enfin une plaie complète avec écartement des deux bouts peut être due au soulèvement et à l'étirement du vaisseau jusqu'à rupture par un fragment dans une fracture à grand déplacement ou à une véritable section par le bord tranchant d'une esquille. Ces lésions artérielles sont particulièrement fréquentes dans les fractures de jambe par armes à feu.

Les conséquences immédiates des lésions artérielles sont l'hémorragie primitive et la thrombose, les conséquences éloignées l'hémorragie retardée, l'hémorragie secondaire, la gangrène, les anévrismes.

Hémorragie primitive.

L'hémorragie primitive était considérée autrefois comme une cause fréquente de la mort immédiate. Morand pensait que 75 % des décès sur le champ de bataille en étaient la conséquence; Lidell, sur 63 autopsies, trouva que 20 fois la mort immédiate était certainement due à la perte du sang; Legouest indiquait une proportion déjà moindre et, pour lui, sur 100 morts rapides, 18 sont le fait de l'hémorragie primitive. Il est impossible de donner des chiffres précis et ce ne sont que des évaluations plus ou moins théoriques que nous rencontrons dans la littérature; néanmoins, l'accord est presque parfait et, de toutes parts, les chirurgiens qui ont assisté aux dernières campagnes disent que la proportion des hémorragies primitives mortelles a, d'après leur expérience, sensiblement diminué.

La mort par anémie traumatique peut être évitée par le fait de l'hémostase spontanée; cette hémostase se fait-elle

plus facilement dans les plaies produites par les projectiles modernes que dans celles des anciennes balles ?

Cela dépend des parties lésées. Si nous considérons en premier lieu les blessures des vaisseaux artériels des viscères de la poitrine ou de l'abdomen, ce n'est pas l'effusion du sang au dehors par les plaies d'entrée et de sortie qui en fait le danger, c'est l'hémorragie interne; cette hémorragie interne a toutes les facilités possibles pour se produire et continuer jusqu'à l'anémie totale; le défaut de coagulation du sang dans ces cavités, à quelque cause qu'il soit dû, l'absence de tout obstacle à son écoulement l'expliquent suffisamment; il est plus que probable que bon nombre de morts sur le champ de bataille sont dues à ces blessures; quand une balle a ouvert quelque vaisseau viscéral un peu important, que ce soit une artère mésentérique ou un des vaisseaux du hile du poumon, la mort par hémorragie primitive est fatale aujourd'hui comme autrefois.

Il en est tout autrement des blessures atteignant les artères des membres et en général celles des parties extérieures. Déjà pendant la guerre russo-turque, Reyher avait vu la lésion de grosses artères évoluer sans hémorragie extérieure importante et tout ce que nous savons par les publications de Nancrède, Mac Cormak, Makins, Küttner, Bornhaupt et bien d'autres montre que cette diminution dans la gravité des plaies artérielles est certaine : Mac Cormak a vu de grosses artères lésées sans qu'il en résultât d'hémorragie fatale; Makins nous dit que pendant la guerre sud-africaine les ligatures primitives ont été extrêmement rares et les hémorragies primitives rarement mortelles; Küttner a observé la guérison sans accident de blessures des grosses artères, et je pourrais citer bien d'autres auteurs. Habart a soutenu, je l'ai dit, une opinion contraire en affirmant que les plaies artérielles dues aux projectiles modernes présentent peu de tendance à l'hémostase spontanée et en attribuant aux fragments

de la cuisse disloquée, dans les cas de fractures, une action particulièrement nocive pour les vaisseaux; il est à peu près seul à soutenir cette opinion.

On comprend aisément la facilité plus grande de l'hémostase spontanée dans les plaies des guerres modernes; les orifices ont tous deux des dimensions bien inférieures à ce qu'elles étaient anciennement, surtout à ce qu'elles étaient dans la période qui a précédé celle des fusils de 10 mm., période pendant laquelle ont eu lieu les campagnes de Crimée, d'Italie et la guerre de Sécession. Sauf dans d'assez rares exceptions, ces orifices ne dépassent pas aujourd'hui 7 mm. et sont souvent d'un diamètre inférieur; le trajet, au lieu de constituer un foyer béant, souvent très élargi du côté de la sortie, est presque linéaire. Que du sang s'échappe d'une artère ouverte, il commencera par s'infiltrer dans les parois du trajet, gonflant les tissus, et ceux-ci, comme le pense Makins, seront particulièrement disposés à en favoriser la coagulation par le fait de la perte de leur vitalité; les parois du trajet ainsi venues au contact, celui-ci, plus ou moins complètement oblitéré, arrête ou retarde le flot de sang qui sort de la plaie vasculaire; il en est de même au niveau des orifices si le sang a pu y arriver, il trouve dans leur étroitesse, dans le rebroussement des téguments à l'entrée, dans les poches, les décollements du côté de la sortie toute une série de conditions favorisant la coagulation et l'arrêt de l'hémorragie. Le rétrécissement de l'artère lésée, l'écartement des deux bouts dans les sections complètes jouent aussi leur rôle, aujourd'hui comme jadis. Quant aux sections incomplètes, il semble théoriquement qu'elles devraient être plus dangereuses au point de vue de l'hémorragie puisque la rétraction des fibres élastiques et la contraction des fibres musculaires circulaires ont pour effet d'agrandir l'ouverture au lieu de la rétrécir; cependant les faits observés ne paraissent pas confirmer cette

prévision; les anévrismes artériels et artérioso-veineux, dont la fréquence chez les blessés des dernières guerres est bien établie, sont précisément dus à ces lésions; on n'aurait pas pu en observer en si grand nombre si les sections incomplètes entraînaient facilement la mort par hémorragie.

Hémorragie retardée.

L'hémorragie retardée est celle que l'on voit apparaître après que l'hémostase spontanée s'est d'abord effectuée et qui peut se produire le soir de la bataille ou pendant la nuit suivante, quelquefois plus tard, le deuxième ou le troisième jour; le caillot est alors chassé soit simplement par le fait d'une tension artérielle plus forte, soit par celui d'un mouvement du blessé, d'une exploration du chirurgien ou d'une secousse dans un transport. Il faut donc, dans les cas où la situation des plaies d'entrée et de sortie implique la lésion probable d'une artère, user de ménagements et prendre toutes les précautions nécessaires pour ne pas risquer de déranger ce que le processus naturel a si bien fait pour arrêter la perte de sang.

Ces hémorragies retardées ont été parfois observées dans les dernières campagnes sans que l'on puisse dire si elles ont diminué de fréquence dans la même proportion que les primitives; cela est cependant infiniment probable, l'hémostase spontanée, par les mêmes raisons qu'elle est plus facile, doit être aussi plus solide, mais, je le répète, je ne puis rien affirmer de positif à ce sujet.

Hémorragie secondaire.

Celle-ci est due au ramollissement du thrombus par le fait de l'infection; c'est dire que son apparition ne dépend en aucune façon des armes employées, de leur force vive, de leur calibre, mais uniquement des circonstances dans lesquelles se trouve et se trouvera le blessé sous le rapport du traitement de sa lésion; nous verrons plus tard que les plaies par balles, sans être absolument aseptiques par elles-mêmes, se comportent en réalité comme si elles l'étaient quand elles restent à l'abri des causes d'infection ultérieure. D'une part, les progrès, énormes on peut le dire, effectués dans la thérapeutique en chirurgie d'armée, d'autre part la réduction des dimensions des plaies les rendant moins aptes à l'infection concordant pour amener une diminution dans le nombre des hémorragies secondaires.

Thrombose.

La thrombose est la suite constante des contusions artérielles à tous leurs degrés, elle peut succéder aussi aux plaies complètes ou incomplètes des artères, à leur compression par un fragment dans les fractures et enfin à leur compression par un hématome. En elle-même la thrombose ne paraît pas entraîner la mortification, sauf dans des cas très exceptionnels. Pour que la gangrène se produise il faut presque toujours l'intervention d'un autre facteur et ce facteur, c'est l'infection. En voici une preuve : Makins nous dit dans son Introduction qu'il n'a vu pendant la campagne sud-africaine que deux cas de gangrène traumatique et, dans le chapitre des lésions artérielles, il ne consacre pas une ligne à cette com-

plication, sauf à propos des ligatures pour anévrismes. Cette disparition de la gangrène consécutive aux lésions artérielles est évidemment due au traitement actuel qui protège la plaie contre l'infection.

Anévrismes.

Jusqu'aux dernières guerres et, pour être plus précis, jusqu'à celles où ont été employées les armes de calibre réduit, les anévrismes traumatiques, soit artériels, soit artérioso-veineux étaient des plus rares; aujourd'hui ils sont au contraire fréquents. Makins dit en propres termes que « tandis qu'un chirurgien aussi expérimenté que Pirogof pouvait écrire en 1864 qu'il n'avait jamais vu un seul cas de varice anévrismale être la conséquence d'un coup de feu, tout jeune chirurgien en a rencontré toute une série dans la guerre du Transvaal. »

Les chirurgiens qui ont pratiqué pendant la guerre russo-japonaise, ceux qui précédemment ont suivi celle du Chili et celle des Philippines ont tous fait la même expérience et la fréquence actuelle des anévrismes traumatiques en chirurgie d'armée est absolument certaine.

Grâce à leur calibre réduit les projectiles peuvent faire aux parois du tube artériel de très minimes pertes de substance, passer entre une artère et une veine sans les sectionner complètement; l'étroitesse du trajet en deçà et au delà favorise l'hémostase spontanée, la marche aseptique de la guérison facilite la cicatrisation ou l'enkystement du sang épanché et toutes ces conditions réunies font très bien comprendre le développement ultérieur d'anévrismes traumatiques.

On a observé les différentes lésions suivantes : en premier lieu, les hématomes artériels qui peuvent guérir spontanément, ou persister, ou enfin se transformer en ané-

vrismes diffus; tantôt ils sont pulsatiles tantôt non pulsatiles; en second lieu les anévrismes artériels traumatiques vrais, et enfin toutes les variétés d'anévrismes artérioso-veineux, soit la simple varice anévrismale, soit les communications d'artère à veine avec un sac placé entre les deux vaisseaux ou au voisinage de l'un ou de l'autre.

Les anévrismes de ces différentes espèces et variétés ont été vus au cou ainsi qu'aux membres avec une fréquence tout à fait surprenante.

Gangrène.

Je l'ai dit plus haut, la gangrène consécutive aux lésions des artères paraît avoir presque disparu, tandis qu'elle était fréquente autrefois; je me souviens d'avoir, en 1870, vu des blessés emportés par cette complication; de nos jours ils guériraient certainement sans encombre. C'est que l'infection joue un rôle des plus importants dans la genèse de la gangrène. Je ne dis pas que celle-ci soit impossible sans infection, mais elle est certainement devenue bien rare puisqu'un chirurgien aussi expérimenté que Makins n'en mentionne que deux cas, tandis qu'il n'y a pas bien longtemps, en 1888, Delorme, dans son traité de chirurgie de guerre, en faisait la description.

LÉSIONS DES VEINES

Les blessures des veines par projectiles de guerre ont une importance infiniment moindre que celles des artères; l'hémorragie qui en est la conséquence s'arrête en général facilement, elle ne peut avoir de gravité que dans les cas

où c'est une veine viscérale, une des grosses veines du cou ou celles de la racine de la cuisse, qui est intéressée.

Autrefois les plaies des veines entraînaient le danger de la phlébite avec ses conséquences, dont la mort par pyoémie était presque sans exception la terminaison; ce danger est écarté de nos jours, sauf dans des circonstances rares.

Les lésions des veines sont du reste très analogues à celles des artères, avec des différences dues à l'épaisseur moindre et à la structure différente de leurs tuniques ainsi qu'à la présence de leurs valvules.

LÉSIONS DES NERFS PÉRIPHÉRIQUES

Comme les artères, les nerfs peuvent être contusionnés ou sectionnés, soit en partie, soit complètement. Peuvent-ils échapper bien que le trajet du projectile corresponde à leur siège et se laisser en quelque sorte pousser de côté comme certains tendons ? Avec les anciennes balles cela pouvait arriver. Delorme l'affirme, bien que selon lui ce phénomène soit plus fréquent pour les artères que pour les nerfs; actuellement il est tout à fait improbable qu'il puisse se réaliser; la forme, la consistance, la vitesse et la force vive des projectiles cuirassés ne paraissent pas le permettre.

Comme pour les artères, je dois vous faire remarquer que les nerfs périphériques peuvent être lésés directement par le projectile lui-même ou indirectement par les fragments et les esquilles d'une fracture; c'est encore, comme pour les vaisseaux, aux membres inférieurs, à

la jambe qu'on observe le plus grand nombre de cas de cette dernière catégorie.

La contusion nerveuse peut être plus ou moins étendue et plus ou moins profonde; l'intensité des lésions dépend de la force vive du projectile et aussi de la résistance plus ou moins grande des parties voisines du nerf qui peuvent jouer le rôle de point d'appui; les nerfs en rapport de voisinage immédiat avec un os, comme le radial ou le péronier, sont souvent très profondément atteints. L'étendue des lésions intimes est ordinairement beaucoup plus grande que ne le feraient supposer les autres caractères de la blessure et, pour Delorme, cela s'explique par le fait qu'un nerf atteint résiste en s'étirant avant de se rompre; cet étirement détermine naturellement la rupture de petits vaisseaux et de tubes nerveux; aussi les troubles consécutifs aux contusions profondes dépassent-ils souvent l'aire de distribution de la partie du nerf directement atteinte.

Les lésions de la contusion sont caractérisées par l'hémorragie interstitielle, la rupture des tubes nerveux, quelquefois par la destruction complète des éléments nobles tandis que l'enveloppe fibreuse a résisté.

Dans les plaies incomplètes ou complètes, la section est tantôt nette tantôt, et plus souvent, irrégulière et l'on trouve au delà et en deçà des lésions de contusion par étirement.

Les conséquences des lésions nerveuses sont soit irritatives, soit paralytiques. La fréquence de la névrite à la suite des plaies des nerfs par armes à feu est bien connue depuis les travaux de Weir Mitchell, Morehouse et Keen publiés après la guerre de la Sécession; elle peut se produire après toute lésion nerveuse légère ou profonde. Ces névrites sont bien moins fréquentes de nos jours et je pense que cette diminution est due à ce que l'infection est ordinairement un de leurs facteurs.

Les paralysies sont la suite des plaies complètes ou incomplètes et il va sans dire que les contusions profondes qui détruisent le nerf partiellement ou totalement peuvent également leur donner lieu.

On a observé quelquefois une variété singulière et paradoxale de troubles fonctionnels : ce sont des paralysies se développant dans une région autre que celle qui correspond à la distribution du nerf blessé, une paralysie du bras droit, par exemple, tandis que c'est le nerf crural qui est lésé; Delorme se demande — et je pense que sa supposition est juste — si ces phénomènes bizarres ne sont pas du domaine de l'hystérie traumatique.

LÉSIONS DES OS

(Planches II (fig. 5, 6, 7, 8), III, IV (fig. 1 à 9), V.)

Les lésions des os par projectiles de guerre varient dans leur forme, leur intensité et leur étendue; leur étude comporte non seulement l'examen des modifications de l'os, du périoste et de la moelle, mais encore celles qu'amène la lésion osseuse dans la constitution du trajet dans les parties molles et dans celle des orifices d'entrée et de sortie, lorsqu'il s'agit d'un séton, de celui d'entrée seul dans les plaies en cul-de-sac. Les variations dans la forme, l'intensité et l'étendue des lésions des os sont en rapport soit avec les variations dans les propriétés physiques et dynamiques du projectile — c'est-à-dire avec son diamètre, sa masse, sa déformabilité ou sa non déformabilité d'une part, sa vitesse, sa force vive et son coefficient de pression

de l'autre — soit avec les variations dans la résistance de la substance osseuse; enfin ces effets varient encore suivant l'angle d'incidence du projectile. Les lésions sont donc différentes de forme, d'intensité et d'étendue suivant que le projectile a un diamètre plus ou moins grand, suivant qu'il arrive au contact intact ou déformé, c'est-à-dire élargi, suivant qu'il a été tiré de plus ou moins loin, suivant que son incidence est perpendiculaire ou oblique et enfin suivant que la partie de l'os atteinte est plus ou moins résistante.

Nous allons étudier les lésions produites par les armes des différentes périodes et chercher à démêler le rôle de chacune des modifications des propriétés physiques et dynamiques de leurs projectiles dans la variabilité de leurs effets; nous verrons que telle lésion, fréquente autrefois, est devenue rare ou a disparu plus tard, nous verrons aussi des exemples de l'inverse.

Pour faire cette étude nous disposons de différentes sources d'information; nous avons en premier lieu les pièces conservées dans les musées ou figurées dans les traités et les mémoires de chirurgie de guerre; ces documents sont nombreux, la préparation et la conservation facile de ces pièces osseuses l'expliquent aisément. Dans les collections de pièces il y a nécessairement des lacunes, parce que certaines lésions qui n'entraînent pas la mort du blessé n'y sont pas représentées. Pour combler ces lacunes, les chirurgiens militaires ont recouru à l'expérimentation et le nombre de ceux qui se sont attachés à ce genre de recherches est considérable, surtout dans le dernier tiers du dix-neuvième siècle. Les pièces obtenues par l'expérimentation sur le cadavre ou les figures qui les représentent forment certainement une source importante de documentation; pour ces leçons, nous avons utilisé le matériel fourni par les expérimentateurs et nous avons expérimenté nous-même devant vous.

Il faut cependant se garder d'utiliser ces richesses sans quelques réserves; il ne faut pas oublier que les conditions ne sont pas sur le cadavre ce qu'elles sont sur le vivant, que les vaisseaux sont vides, que les muscles sont inertes, que la chaleur animale a fait place au froid de la mort. Il y a une seconde cause de divergence entre les résultats expérimentaux et la réalité, particulièrement en ce qui concerne les lésions des os, divergence qui doit commander la réserve et nous interdire des conclusions trop catégoriques; elle provient de la façon dont les expériences ont été pratiquées. Pour pouvoir expérimenter sur une grande échelle, il faudrait avoir à sa disposition un nombre considérable de cadavres, car le tir devrait se faire dans les mêmes conditions qu'en guerre, c'est-à-dire aux différentes distances; ceci implique une dépense énorme de munitions, à moins que presque tous les coups portent et portent juste, ce qui est irréalisable; de là la nécessité de sommes considérables. Pour tourner ces difficultés multiples, la plupart des expérimentateurs, au lieu de tirer à différentes distances, ont tiré à une seule et même distance mais en se servant de cartouches à charges réduites; ces charges réduites donnent au projectile des vitesses initiales que l'on peut calculer. Après avoir tiré avec la charge entière donnant une vitesse initiale de 435 m. par exemple, qui est celle du fusil Vetterli, on tire successivement avec des charges réduites donnant des vitesses initiales décroissantes, je suppose de 300 m., puis de 200 m. et de 100 m. Mais de ce que la vitesse initiale est la même que si l'on avait tiré aux distances correspondantes, il ne s'en suit pas du tout que les propriétés dynamiques de la balle chassée par la charge réduite soient les mêmes que celles de la balle lancée à la distance réelle par la charge entière. Pour abréger ma démonstration il me suffira de vous citer l'expérience suivante de von Coler : la charge nécessaire pour donner au projec-

tile du fusil allemand (1888) une vitesse initiale égale à la vitesse restante à 1300 m. est de 0,9 gr. et pour 1400 de 0,8 gr.; or il arrive quelquefois, avec la charge de 0,9 et ordinairement avec celle de 0,8 gr., que la balle ne peut pas sortir du canon. Il est plus que probable que le mouvement de rotation dont est animé un projectile à 1000 m. de distance, par exemple, n'est pas du tout le même que celui d'un autre projectile lancé par une charge réduite lui donnant la vitesse initiale équivalant à sa vitesse restante à cette distance.

C'est pour ces raisons que les chirurgiens allemands von Coler, Tscherning et leurs collaborateurs ont fait toutes leurs expériences avec les charges entières; Démosthène a fait de même, mais ils sont les seuls à ma connaissance; leurs résultats méritent donc d'être tenus pour les plus exacts et les plus importants, et de beaucoup.

Je vous ai dit tout à l'heure que la nature des lésions doit varier suivant la résistance des tissus; il s'ensuit qu'elles ne seront pas les mêmes suivant que l'os touché est formé de tissu compact ou de tissu spongieux; nous aurons donc à examiner les lésions des diaphyses, celles des extrémités spongieuses des os longs et des os courts, et celles des os plats; enfin les os du crâne se trouvent dans des conditions spéciales à cause du contenu de la boîte crânienne et cette particularité donne aux désordres qui les atteignent des caractères, spéciaux aussi, qui méritent des développements particuliers.

Cela dit, nous devons diviser les lésions du squelette en général en deux catégories suivant que la solution de continuité de l'os atteint est complète, c'est-à-dire le divise en fragments séparés, ou incomplète dans le cas inverse; cette division est surtout importante en ce qui concerne les os longs. Dans la première catégorie se rangent les contusions, les fissures simples, les sillons et les ablations de parties saillantes, les culs-de-sac purs et les sétons

purs, dans la seconde les fractures simples, les fractures comminutives à grandes esquilles et les fractures comminutives à petites esquilles.

Contusions des os.

Par définition, une contusion des os ne peut se produire qu'à la condition que la force vive communiquée à l'os atteint soit minime et ceci peut arriver dans deux circonstances; ou bien le projectile n'a plus, au moment où il a atteint l'os, qu'une vitesse restante faible parce qu'il s'agit d'un tir à grande distance, ou bien dans un tir plus rapproché elle a dépensé déjà une partie de sa force par le fait d'un ricochet ou d'une première blessure; cependant une balle animée d'une vitesse encore grande mais qui frôle tangentiellement un os peut aussi y produire une simple contusion.

L'augmentation considérable de la vitesse de nos projectiles, relativement à celle des anciens, doit nous faire penser que les contusions osseuses sont devenues beaucoup moins fréquentes; c'est le cas en effet dans les guerres modernes. Autrefois, et surtout du temps des balles rondes, les contusions par balles mortes n'étaient point rares et le soin que les anciens chirurgiens ont mis à en élucider les symptômes le prouve; c'est exactement l'inverse actuellement.

La cause qui a le plus contribué à diminuer la fréquence des contusions des os c'est la réduction du calibre des armes et l'augmentation proportionnelle du coefficient de pression; à force vive égale, le projectile de calibre réduit exerce sur chaque millimètre carré de l'os au point d'impact une pression beaucoup plus forte et, par conséquent, il est encore capable de le rompre quand la balle

de 10 mm. et à plus forte raison la balle ronde ne le peut plus depuis longtemps. Une seule condition permet d'observer des contusions avec nos armes, les chirurgiens militaires en ont vu quelques exemples, c'est le ricochet; le plus souvent la balle est alors déformée, son diamètre s'est élargi et sa surface a perdu sa régularité.

Je ne sais si l'on a observé des contusions dues aux armes modernes par le fait d'une atteinte tangentielle, comme cela n'était pas rare autrefois; cela paraît peu probable.

Les téguments dans les contusions des os pouvaient jadis être intacts ou simplement contusionnés eux-mêmes soit qu'il s'agît d'une balle morte, soit que les vêtements ou telle ou telle partie de l'équipement eût amorti le choc; cela doit être bien rare de nos jours. Tandis que dans les deux premières périodes des armes de guerre les contusions sans plaie des os superficiels, comme la face interne du tibia ou le crâne, étaient bien connues, elles paraissent avoir disparu avec l'adoption des armes de précision, par le fait de l'augmentation de la vitesse et par celui des modifications des projectiles, dont la forme pointue est bien moins favorable à la production de ce genre de lésions.

Les contusions avec plaie nous arrêteront quelques instants. Aujourd'hui il peut se faire à la rigueur, dans les conditions que j'ai spécifiées, qu'un projectile de ricochet creuse un sillon dans les parties molles qui recouvrent un os et le contusionne en l'effleurant, il arrive plus rarement qu'il perfore les parties molles d'un cul-de-sac dont le fond est l'os atteint. Il est par contre un genre de lésion fréquent avec les balles rondes que nous ne pouvons plus observer, c'est une contusion osseuse avec trajet indirect des parties molles; anciennement on donnait comme un signe de probabilité de la contusion osseuse précisément la déviation du trajet de sortie due à la rencontre de l'os; jamais au-

jourd'hui, je le crois, une pareille déviation ne peut se produire; lorsqu'un os se trouve sur le trajet d'un séton, il n'est pas simplement contusionné mais traversé ou fracturé et ne peut faire dévier le projectile.

Les altérations de l'os contusionné varient suivant la constitution et la texture de celui-ci; dans le tissu compact, la corticale des diaphyses prise comme type, le périoste est tantôt simplement soulevé par un épanchement sanguin, tantôt détruit, broyé ou déchiré. Si l'on examine la surface de l'os au voisinage du foyer, il n'est pas rare de voir de petites traînées rouges indiquant des soulèvements du périoste par de petites hémorragies; si l'on sectionne l'os au niveau du point contus, on trouve dans le canal médullaire des épanchements sanguins soit au niveau du foyer principal soit également à distance. Ces lésions disséminées et s'étendant plus ou moins loin sont attribuées à l'ébranlement de l'os. Mon regretté camarade Muron avait, après la guerre de 1870-71, étudié les effets de l'ébranlement osseux et pensait qu'il pouvait dans quelques cas se transmettre même d'un os à l'autre au niveau des articulations.

Dans les os spongieux, les extrémités épiphysaires et les os courts la résistance est moindre et les lésions se concentrent au point contus lui-même; nous y trouvons les trabécules osseuses comme tassées les unes sur les autres, ce qui se traduit à la surface par un léger enfoncement et dans la profondeur par un foyer circonscrit de coloration rouge foncée dû à l'extravasation sanguine dans le tissu médullaire des aréoles; par contre nous ne trouvons pas de soulèvements périostiques, ni de foyers dans la moelle, à distance du point atteint.

Certains os sont prédisposés à être le siège de la contusion osseuse; ce sont ceux qui ne sont recouverts que par une couche peu épaisse de parties molles : (face interne du tibia, crâne, articulations volumineuses et mal protégées,

comme celle du genou); mais tous peuvent être contusionnés.

Le diagnostic de la contusion osseuse fermée a exercé la sagacité des anciens chirurgiens militaires; ce n'est qu'au moyen de signes indirects que l'on pouvait arriver, à un diagnostic non de certitude, mais seulement de probabilité; une sensation d'engourdissement, l'impotence sans signes de fracture, la douleur localisée à la pression, une collection sanguine soulevant les téguments, plus tard la formation d'une hyperostose, tous ces signes indiquaient bien une lésion sans fracture mais ne pouvaient permettre de différencier la contusion d'autres lésions sans solution de continuité complète, telles que les fissures en particulier.

Dans les contusions ouvertes l'exploration directe avec le doigt ou avec un instrument ne pouvait fournir que les éléments d'un diagnostic de probabilité et les signes indirects tels que la déviation du trajet de sortie lorsqu'un os se trouvait dans la direction de celui d'entrée, l'aplatissement du projectile extrait, plus tard la suppuration, l'élimination de petits séquestres, le développement d'une ostéomyélite envahissant le canal médullaire d'un os non fracturé ne pouvaient eux aussi permettre de conclure qu'à une simple probabilité mais non à une certitude.

Heureusement la certitude n'est point nécessaire pour établir les indications thérapeutiques de la lésion osseuse.

Le pronostic de la contusion dépend essentiellement de l'infection du foyer; nous verrons plus tard quelle conduite il y a lieu de tenir pour l'éviter; disons simplement que jadis les contusions osseuses ouvertes d'emblée ou secondairement par la chute d'une escarre ou par une intervention du chirurgien comportaient en général un pronostic grave; l'ostéomyélite s'y développait d'autant plus facilement que la lésion, paraissant minime, était souvent négligée; les conséquences locales (nécrose,

suppurations interminables, fistules) ou générales (pyoémie, septicémie) n'étaient que trop souvent les suites de ces blessures insignifiantes en apparence. Si le blessé en réchappait ce n'était souvent qu'après une longue odyssée pathologique et au prix d'une mutilation. Je n'ai pas besoin de vous dire que ce triste tableau n'est plus celui d'aujourd'hui, mais il faut s'en souvenir et bien retenir que, pour peu étendue que soit la lésion, elle n'en mérite pas moins d'attention et de soins; ne voyait-on pas, il y a quelques années encore, une simple piqûre à un doigt, négligée comme insignifiante, entraîner les conséquences les plus graves, l'amputation parfois, la mort même par pyoémie ? Le souvenir de désastres semblables doit nous être présent et nous garder de traiter avec moins de rigueur les contusions osseuses sous prétexte que ce sont des lésions peu importantes.

Fissures et fêlures des os.

On donne le nom de fissure à une solution de continuité linéaire de la corticale intéressant toute son épaisseur; on réserve celui de fêlure aux fissures incomplètes n'arrivant pas jusqu'au canal médullaire.

Dans toutes les fractures, c'est par la formation de fissures que l'os est divisé en fragments; les sillons, les orifices des culs-de-sac ou des sétons sont presque toujours le point de départ de fissures qui rayonnent autour d'eux; ce n'est pas de ces fissures que nous allons nous occuper, mais d'une variété particulière de celles-ci qui sont indépendantes de toute autre lésion de l'os.

Ces fissures n'ont été observées que dans les diaphyses et le crâne. Les fissures diaphysaires sont plus fréquentes que celles du crâne; quel que soit leur siège, il est souvent impossible de les diagnostiquer et par conséquent il

est probable qu'elles sont assez souvent méconnues; le mécanisme des unes n'est pas le même que celui des autres et nous les étudierons successivement.

Fêlures et fissures des diaphyses. — Les fissures sont, comme le dit Delorme, l'ébauche des fissures typiques des fractures diaphysaires par armes à feu; elles sont naturellement produites par des projectiles dont la force vive est insuffisante pour produire une fracture complète ou qui ne touchent l'os que tangentiellement et par conséquent, sauf dans cette seconde éventualité, par des coups de feu à grande distance.

Une figure du traité de Legouest représente le tibia d'un blessé de 1814; ce tibia, déposé au Musée Dupuytren, est sillonné par quatre fissures longitudinales et la balle qui avait produit cette lésion, une balle ronde, était restée légèrement aplatie au contact de l'os.

Les fissures ont été observées, sinon cliniquement, au moins expérimentalement, par Delorme en particulier, sur tous les os longs y compris les métacarpiens; mais en pratique c'est sur le fémur, le tibia et l'humérus qu'elles paraissent se produire le plus fréquemment. Leur direction est parallèle au grand axe de l'os; elles ont parfois, lorsqu'elles s'étendent à une grande longueur, la tendance à se recourber à leur terminaison au voisinage de l'épiphyse. Leur nombre varie de un à quatre; lorsqu'il y en a deux, l'une se trouve au niveau du point d'impact et l'autre sur la face opposée du cylindre osseux; c'est la *fissure symétrique* de Delorme. Cette fissure symétrique peut ne pas correspondre exactement à l'extrémité du diamètre transversal; si à ce niveau l'épaisseur et la résistance de l'os sont plus grandes qu'ailleurs, elle est alors plus ou moins déplacée latéralement. Dans les cas où on trouve quatre fissures, elles sont distribuées avec une certaine symétrie et, si le cylindre osseux était partout

de la même épaisseur, il est probable que cette symétrie serait parfaite et que l'os serait divisé en quatre parties égales.

Les fissures sont visibles à travers le périoste soulevé par un peu de sang et leurs bords sont légèrement écartés. Les fêlures, au contraire, ne se voient bien que lorsque le périoste a été ruginé et leurs bords — cela ressort de leur définition — ne présentent aucun écartement.

Nous ne savons absolument pas quelle est la fréquence des fissures et des fêlures; il est cependant probable qu'elle n'est pas grande, les balles modernes atteignant bien rarement le blessé avec une force vive suffisamment atténuée pour les produire. Cependant je dois dire que Delorme les a obtenues assez fréquemment dans ses expériences et, à ce qu'il croit, sans pourtant être absolument affirmatif, plus souvent avec le Lebel qu'avec le Gras.

Le diagnostic des fissures se heurte aux mêmes difficultés et s'appuie sur les mêmes signes indirects que celui des contusions et je ne vois pas comment on pourrait les différencier; on peut les soupçonner, mais un diagnostic ferme n'est pas possible.

Le pronostic est le même que celui des contusions, avec cette circonstance aggravante que les fissures s'étendent ordinairement à une plus grande longueur de l'os et que l'ostéomyélite, si elle survient, envahit plus rapidement tout le canal médullaire.

Le mécanisme des fissures des os longs a été compris de différentes façons; la théorie de l'ébranlement propagé ne me satisfait guère et j'admets, par contre, l'explication de Bouisson, que Bornhaupt paraît adopter presque intégralement et qu'une petite expérience vous fera facilement comprendre : serrez entre vos dents un bout de roseau, il se divise longitudinalement en quatre morceaux: c'est que la pression a converti la coupe du roseau, qui est circulaire, en une ellipse, les fibres se sont écartées

à l'intérieur aux deux points pressés, dont la courbure s'est allongée et se sont écartées au contraire du côté de la surface aux deux extrémités du diamètre perpendiculaire; le résultat en est la division du roseau en quatre fragments; pressez violemment entre vos doigts un rond de serviette en bois, il se divisera encore en quatre fragments égaux. C'est probablement ce qui se produit dans l'os, avec cette restriction, déjà prévue par vous, que les os sont loin de figurer des cylindres réguliers, ce qui explique que leur division par les fissures ne présente pas la régularité et la symétrie observées dans l'expérience ci-dessus; naturellement, c'est aux points les moins épais, les moins résistants que l'os se divise et ces points ne correspondent pas toujours aux deux extrémités des diamètres perpendiculaires. Delorme objecte à la théorie de Bouisson que le changement de forme de l'os ne peut se faire que d'un seul côté, celui qu'atteint la balle et que le point d'appui manque à l'autre extrémité du diamètre; il me semble que l'élasticité du tissu osseux et le fait que toutes les parties d'un os long sont solidaires suffisent à réfuter cette objection; au moment où, par le fait de la pression au point d'impact, la courbure s'allonge, forcément une répercussion doit s'effectuer sur le diamètre perpendiculaire et la courbure s'y raccourcir, ce qui nécessairement allonge la courbure au point opposé à l'impact.

Fissures du crâne. — Les fissures du crâne pourraient se produire par le même mécanisme, c'est-à-dire par le changement de la courbure, mais je n'en connais pas d'exemples. Par contre on a observé à la boîte crânienne une variété de fissures d'une tout autre origine. L'exemple le plus connu de ces fissures est celui du président Lincoln; il avait reçu par derrière une balle de pistolet qui avait traversé l'occipital et avait pénétré à travers la substance cérébrale jusque dans la fosse moyenne; or, à l'autopsie,

on trouvait une fissure du fond de l'orbite sans aucune relation avec l'orifice d'entrée, à laquelle aucune lésion de l'os ne la reliait. Deux pièces analogues sont figurées dans les comptes rendus de la guerre de la Sécession.

Dans ces blessures, le projectile a dû être animé d'une force vive assez considérable et il s'agit très probablement d'un phénomène analogue à celui qui se produit dans les blessures dites explosives qui s'observent, avec une fréquence particulière, lorsque le crâne et son contenu, le cerveau, sont intéressés; le projectile communique aux molécules cérébrales, à peu près incompressibles, une partie de sa force vive, ces molécules jouent dès lors le rôle d'un projectile, elles sont en quelque sorte poussées dans la direction du trajet et, rencontrant les os minces de l'orbite, sont capables de les fissurer.

Plaies en sillon, ablation des parties osseuses saillantes.

Les sillons des os sont dus à des projectiles qui ont atteint leur surface tangentiellement; la vitesse dont sont animés ces projectiles peut être assez considérable, mais ne peut cependant dépasser certaines limites; nous verrions alors partir du sillon des fissures multiples et divergentes délimitant des esquilles et donnant lieu à une fracture comminutive.

Il peut arriver très exceptionnellement que la couche corticale soit en quelque sorte enfoncée dans le tissu spongieux sous-jacent que l'on trouve alors imbibé de sang et qu'il y ait ce que l'on appelle impression en sillon; ceci ne peut se produire qu'au niveau des épiphyses, dans les parties immédiatement voisines des diaphyses ou dans les os courts.

Dans les sillons proprement dits, la substance osseuse

a été réduite en menus fragments et ceux-ci ont été projetés au dehors ou dans les parties molles du trajet. On rencontre ces sillons surtout sur les os superficiels comme la calotte crânienne, le tibia, etc.; ils peuvent être plus ou moins profonds. Sur un tibia provenant de nos expériences cadavériques, presque la moitié de l'épaisseur de l'os a été enlevée par le projectile et ce sillon est pur, sans la moindre fissure. Il arrive plus souvent que du sillon partent quelques fissures qui se perdent sans délimiter d'esquilles et sans donner lieu à une fracture. Ces sillons, du reste, sont rarement observés dans les os compacts.

Le tissu plus mou des épiphyses et des os courts se prête bien mieux à la production de cette lésion. On peut voir un projectile traverser une articulation en abrasant la surface articulaire et en y creusant un sillon plus ou moins profond; dans une de nos pièces, une balle du fusil Rubin, traversant le genou d'un membre amputé pour tuberculose tarsienne et dont les os étaient très raréfiés, a creusé sur le plateau tibial un profond sillon sans aucune fissure.

On rapproche des sillons les ablations de parties saillantes, d'apophyses comme l'épitrochlée; l'ablation est le plus souvent due au choc du projectile qui broie l'os, quelquefois à une sorte de section si le projectile est déformé, quelquefois, dit-on, à un arrachement par les tissus fibreux voisins atteints eux-mêmes et emportant avec eux l'os sur lequel ils s'insèrent.

Les sillons purs sans complication de fissures étendues ou de fracture complète sont devenus plus rares qu'autrefois, surtout dans les parties compactes du squelette.

Le diagnostic d'un sillon exposé est relativement facile, mais il faut toujours se méfier de la présence possible et fréquente de fissures partant du sillon et s'étendant souvent au loin; dans les ablations d'apophyses en particulier ces fissures atteignent fréquemment l'articulation voisine.

Lorsqu'il y a un séton des parties molles, on peut soupçonner l'existence d'un sillon si, en l'absence des signes d'une fracture, on trouve des débris d'os dans la plaie de sortie; quelquefois les ablations d'esquilles pourront être reconnues, la palpation permettant de constater la mobilité du fragment détaché.

Ces lésions comportaient jadis un pronostic souvent mauvais par le fait de l'infection et de la propagation de celle-ci aux articulations ou au contenu de la boîte crânienne; nous savons comment il faut y parer. Un autre danger peut provenir de la profondeur du sillon des diaphyses, les parties intactes de l'os pouvant se rompre si le blessé se sert de son membre; si le tibia dont je vous ai parlé tout à l'heure avait eu à supporter le poids du corps, il n'aurait certainement pas pu le faire et la fracture se serait achevée. Les apophyses séparées par un coup de feu peuvent se réunir convenablement, vicieusement ou pas du tout, suivant que le diagnostic a été correct ou non et que le traitement a été bien ou mal institué; d'où la nécessité d'un examen bien fait et d'un diagnostic précis.

Plaies en cul-de-sac des os.

Les plaies en cul-de-sac des os, comme celles des parties molles, présentent un orifice d'entrée, un trajet plus ou moins long, direct ou indirect, et un fond; celui-ci renferme presque toujours des corps étrangers, le projectile seul ou accompagné de parcelles ou de lambeaux de vêtements.

Assez fréquemment observés autrefois, lors de l'emploi des balles rondes, les culs-de-sac sont devenus de plus en plus rares à mesure que les perfectionnements dans l'armement ont doué les projectiles de guerre d'une force de plus en plus grande; déjà la balle du Chassepot ou celle

des armes similaires, lorsque la distance de tir ne comportait pas la fracture complète ou le séton, pouvaient bien pénétrer dans les parties spongieuses et y rester, mais, toujours alors, ou à bien peu d'exceptions près, en même temps qu'il avait pénétré l'os, le projectile avait donné lieu à la production de fissures étendues et il y avait fracture. Voici l'extrémité supérieure du fémur d'une vieille femme qui arriva à l'hôpital Beaujon dans le service dans lequel j'étais interne pendant la Commune; blessée par une balle de Chassepot, elle avait une plaie d'entrée au haut de la cuisse, à sa partie postéro-externe, et présentait les signes d'une fracture du col du fémur; elle succomba au bout de peu de jours à la gangrène gazeuse et, à l'autopsie, je recueillis la pièce; vous voyez que le projectile a pénétré le col et y est resté solidement encastré dans la substance osseuse, mais, de l'orifice d'entrée rayonnent des fissures qui ont déterminé la solution de continuité du col, le périoste a en grande partie résisté, de sorte que le déplacement classique est peu accentué, quoique évident.

Les projectiles actuels ont, nous l'avons vu, une force de pénétration telle, que plusieurs gros os peuvent être fracturés les uns derrière les autres, même à des distances de tir considérables; ce ne sont donc que des projectiles ayant ricoché qui pourraient donner lieu à la production de culs-de-sac osseux; comme je vous le dirai tout à l'heure, aux distances moyennes les balles actuelles peuvent quelquefois pénétrer les épiphyses ou les os courts, sans produire de fissures, mais alors ils les traversent de part en part; c'est ce qui résulte de l'expérience des dernières guerres.

Les culs-de-sac de jadis présentaient des particularités dont je dois vous dire quelques mots; d'abord, il faut distinguer les culs-de-sac purs de ceux qui sont accompagnés de fissures trop courtes pour donner lieu à une

solution de continuité complète. L'orifice d'entrée est plus ou moins exactement circulaire, ses bords légèrement renversés en dedans; son diamètre est celui du projectile, mais peut lui être légèrement inférieur, disent les anciens chirurgiens militaires, et Delorme avec eux; le trajet est rectiligne ou bien infléchi par le fait de la résistance inégale des parties rencontrées, et son diamètre va en s'agrandissant dans la profondeur; cet agrandissement est dû soit à l'aplatissement du projectile de plomb mou, soit à la propulsion de fragments d'os détachés et faisant projectile eux-mêmes; cependant cet évasement du trajet n'est pas constant, il peut être assez peu accentué. Le fond du trajet renferme le projectile, quelquefois libre comme un grelot dans une cavité trop spacieuse pour lui; mais il faut noter que les pièces qui ont fourni des spécimens de cette forme particulière proviennent de blessures plus ou moins anciennes et que très probablement la libération du corps étranger était postérieure à la lésion initiale et s'expliquait par un travail d'ostéite raréfiante éliminatrice. Ordinairement, et en tout cas dans les blessures fraîches, le corps étranger déformé, aplati est en contact intime avec l'os, comme incrusté dans la paroi; on a pu voir dans plusieurs cas des impressions spirales sur les balles extraites de ces culs-de-sac. Bien entendu, les parois du trajet et du fond présentent les altérations de la contusion osseuse, tassement des trabécules, imbibition sanguine.

Vous avez remarqué, sans doute, que je ne vous ai parlé que de parties formées de tissu spongieux et on se représente difficilement comment le tissu compact des diaphyses pourrait fournir des exemples de plaies en cul-de-sac; cependant la possibilité de leur production paraît établie, mais il va sans dire que ce n'est ni avec nos armes, ni même avec les armes de précision des périodes précédentes que l'on peut les réaliser. Hennen en a signalé un cas

et il en est un autre qui concerne un personnage historique, le roi de Navarre, Antoine de Bourbon; celui-ci fut blessé par une balle qui pénétra dans la partie supérieure de l'humérus et jusque dans le canal médullaire; peu à peu, elle avait coulé par son poids, dit Paré, « dans la cavité du dit os et fut trouvée à l'autopsie au beau milieu de la cavité de l'os du haut du bras. »

Non seulement nos projectiles cuirassés ne peuvent produire de pareilles blessures, mais celles-ci étaient déjà si peu compatibles avec les armes de précision, avec les fusils de 10 à 11 mm. que Delorme, qui a exécuté un très grand nombre de tirs expérimentaux et qui a étudié tout spécialement les lésions osseuses, ne les mentionne même pas. Ces plaies en cul-de-sac, que l'on constatait autrefois, exposaient aux conséquences les plus graves et aux suites les plus prolongées. On savait que le projectile enclavé au fond d'un cul-de-sac pouvait être toléré exceptionnellement et on citait des exemples de cette tolérance dans les os de la face ou du crâne, dans le bassin, le sternum, le calcanéum et le fémur. Cette tolérance pouvait n'être dans d'autres cas que temporaire et de plus ou moins longue durée. Quand elle ne se produisait pas, la suppuration du trajet s'éternisait, des fistules s'établissaient, et seule l'extraction du projectile pouvait leur permettre de se cicatriser; il arrivait souvent que leur orifice se fermait pour un temps, mais bientôt l'inflammation reparaissait, des abcès se formaient, les fistules se rouvraient, des poussées d'ostéite donnaient lieu à la formation d'ostéophytes rendant la sortie du corps étranger de plus en plus difficile; ou bien la propagation inflammatoire amenait la formation de fusées ou d'arthrites purulentes avec toutes leurs complications locales et générales. Aussi les anciens étaient-ils fort préoccupés du diagnostic et du traitement de ces culs-de-sac des os. Pour établir ce diagnostic, l'exploration avec le doigt, la

sonde ou le stylet était considérée comme indispensable; elle pouvait, du reste, laisser le chirurgien dans le doute.

Le professeur Nélaton, consulté par le général Garibaldi blessé d'un coup de feu au pied, imagina à cette occasion un instrument d'exploration destiné à déterminer si un corps dur senti au fond d'une fistule est un projectile ou un fragment d'os; c'est un stylet muni à son extrémité d'une petite sphère en porcelaine dégourdie; au contact du plomb, sur lequel on la fait tourner, cette sphère se marque d'une tache grise; dans le cas du général, cet instrument permit de reconnaître qu'en effet, comme le soupçonnait Nélaton, la balle était restée dans la plaie.

Un remarquable inventeur, Trouvé, construisit plus tard un ingénieux appareil composé d'une bobine d'induction, d'une petite pile et d'un explorateur formé d'une canule et d'un stylet à deux pointes; ces deux pointes terminaient deux tiges métalliques, l'une emboîtant l'autre, et parfaitement isolées. Les choses étaient disposées de telle façon que, la pile étant en activité, le circuit se trouvait fermé si les deux pointes se trouvaient en contact avec un corps métallique et l'on en était immédiatement averti par le bruit du trembleur. Pour explorer une plaie que l'on soupçonne renfermer une balle, l'appareil est monté, la pile mise en activité, le stylet à deux pointes poussé dans la canule préalablement introduite dans la plaie jusqu'au contact du corps suspect; au moment où les deux pointes du stylet se trouvent à la fois en contact avec le plomb. le trembleur se fait entendre. Cet appareil a été utilisé nombre de fois avec succès pendant la guerre de 1870; il peut servir à l'exploration de toute plaie soupçonnée de renfermer une balle de plomb ou ses fragments; s'il s'agit d'un autre métal plus dur que le plomb, l'appareil peut nous renseigner encore, mais d'une façon moins certaine parce que les deux pointes, ne pénétrant pas dans le mé-

tal, il n'est pas toujours facile d'obtenir leur contact simultané, surtout si la surface est lisse; il faut alors imprimer au stylet des mouvements de balancement ou de circumduction et alors les pointes, touchant toutes deux le métal de temps en temps, le bruit du trembleur se fait entendre par intervalles.

Pour le traitement, les anciens chirurgiens faisaient l'extraction des projectiles au moyen de diverses pinces et souvent agrandissaient l'ouverture osseuse avec le trépan; l'extraction de la balle était regardée comme indispensable. Plus près de nous, pendant la guerre russo-turque, on ne voyait plus de culs-de-sac purs, mais assez fréquemment des lésions osseuses avec enclavement du projectile; on se convainquit alors que si la plaie reste aseptique la tolérance des corps étrangers métalliques est la règle (Reyher l'a montré par de nombreux faits); il en résulte que l'extraction de ces projectiles est inutile, à moins de circonstances particulières; si leur présence au voisinage d'un organe important paraît dangereuse ou s'ils provoquent de la douleur, alors on les enlèvera, mais dans tous les autres cas, on devra s'abstenir de le faire.

Outillés comme nous le sommes, l'opération est simple et elle doit être large; on met à nu l'os atteint, on agrandit l'ouverture d'entrée à la gouge ou au ciseau, le corps étranger est extrait, les parois de sa loge sont débarrassées des esquilles, curetées, et la plaie est désinfectée avec soin. Du reste, il est rare de nos jours que l'occasion se présente de pratiquer cette opération.

Sétons des os.

Je donne le nom de séton des os aux lésions complètes présentant un orifice d'entrée, un trajet et un orifice de sortie. Dans quelques os très minces, comme l'omoplate,

le trajet est nul, les orifices d'entrée et de sortie se confondent; dans d'autres, au contraire, le trajet peut avoir une longueur de huit à dix centimètres, comme par exemple dans un séton transversal des condyles fémoraux.

Pour les coups de feu au crâne, il faut s'entendre : si, par exemple, le crâne est traversé par une balle qui entre dans la région frontale et sort à l'occiput, il y a deux sétons, l'un au front, à l'entrée, et l'autre à l'occiput, à la sortie.

Comme je l'ai fait pour les culs-de-sac, j'entends par ce terme de séton : 1° les perforations absolument simples, sans aucune fissure; 2° celles qui ne sont accompagnées que de fissures peu étendues; j'exclus celles dans lesquelles ces fissures se rejoignent et déterminent une solution de continuité complète de l'os; les sétons purs de la première catégorie sont rares; ceux de la seconde, compliqués de courtes fissures, sont plus fréquents.

Lorsque les fissures parties de la perforation sont étendues, il peut arriver que le blessé achève la fracture en se relevant si le pont d'os qui maintient la continuité au moment de la blessure est étroit et le diagnostic précis de la lésion réellement due au projectile est alors impossible à établir; cela est du reste sans importance pratique, puisque les indications thérapeutiques sont les mêmes, que la cause de la fracture comminutive soit le projectile seul ou bien, outre celui-ci, les efforts du blessé ou le poids de son corps.

Comme pour les culs-de-sac, ce sont les parties spongieuses du squelette qui sont le siège habituel des sétons; d'autre part, ces sétons ne sont point rares dans les os plats. Est-il possible de les voir se produire dans les diaphyses ? On l'a dit, mais il faut avouer que les cas très rares, donnés comme tels, ne sont pas absolument démonstratifs; qu'ils soient anciens ou récents, la sanction anatomique leur manque. Fischer, par exemple, cite le cas d'un

jeune soldat qui aurait présenté un séton de la diaphyse du fémur, mais sans autopsie à l'appui. Les expériences sur le cadavre n'ont fourni qu'un très petit nombre de cas de ces sétons diaphysaires; von Coler n'en a obtenu qu'un seul sur plus de 500 cas de lésions des os; le cadavre sur lequel il se produisit était dans un état de putréfaction avancée et c'était celui d'une femme; le coup de feu avait été tiré avec le fusil Mauser de 8 mm. à 2000 m., et le séton dit l'auteur, était *presque pur (fast lochartige Schuss).* Brun's, il est vrai, a écrit que les sétons des diaphyses, que l'on ne voyait plus se produire du temps des fusils de 10 mm. avaient reparu avec l'adoption des armes de calibre réduit; c'est ce qui résulte pour lui des expériences faites avec le fusil Mauser de 8 mm. et les balles cuirassées; il paraît, du reste, n'en avoir observé que deux cas dont il donne les figures; le premier de ces sétons se trouve à la partie moyenne de la diaphyse radiale et le second au tibia, un peu au-dessus de sa partie moyenne; l'un et l'autre de ces sétons est accompagné de quelques courtes fissures, mais il n'y a pas de fracture complète. N'oublions pas que les expériences de von Brun's ont été exécutées avec des charges réduites.

On peut conclure, ce me semble, de ces faits que, si parfois dans des conditions spéciales, sur des os particulièrement tendres, des sétons diaphysaires peuvent se produire, ce ne sera jamais que très exceptionnellement avec nos armes. Je puis citer à l'appui de cette conclusion l'opinion de Makins; il dit en effet que, s'il a observé au Transvaal des perforations du corps du tibia, du fémur, de la clavicule et d'autres os, ou bien elles étaient accompagnées de fracture complète, ou bien, s'il n'en était pas ainsi, elles siégeaient dans la partie spongieuse terminale de la diaphyse.

Les os plats nous fournissent au contraire de nombreux exemples de perforations; les unes sont tout à fait sim-

ples, d'autres accompagnées de fissures plus ou moins nombreuses et plus ou moins étendues; voici, par exemple, plusieurs omoplates sur lesquelles vous voyez ces différentes formes de lésions; en voici d'autres sur le bassin. Lorsque l'os est mince comme le scapulum, les deux orifices se confondent et ne présentent pas de différences appréciables dans leurs dimensions; s'il s'agit d'un os plus épais, nous observons alors que l'orifice de sortie est notablement plus large que celui d'entrée. Voici encore deux crânes ou plutôt deux fragments de crânes : sur le premier, particulièrement épais, nous voyons que l'orifice d'entrée est à peu près exactement arrondi et mesure 19 mm. sur 20, tandis qu'à la sortie, à la face interne, la perte de substance moins régulière mesure 25 mm. sur 27; notez encore que le trajet dans l'épaisseur du diploé n'est pas régulier mais s'agrandit en quelque sorte par gradins successifs. Il en est de même sur un fragment de temporal provenant d'un individu qui s'était tiré un coup de pistolet à la tempe; l'os est mince, mais vous pouvez cependant constater l'agrandissement du côté de la lame vitrée et le même élargissement par gradins. Mêmes particularités sur ce bassin traversé au niveau de l'ilion.

Les épiphyses des grands os du squelette, les os spongieux sont aussi le siège de perforations complètes simples, c'est-à-dire de sétons. Il faut, du reste, bien spécifier que ces perforations ne se produisent pas seulement dans la partie épiphysaire proprement dite des os longs, mais dans toute la partie spongieuse de leurs extrémités.

Les sétons des os spongieux, purs ou accompagnés de fissures, étaient assez fréquents autrefois avec les balles rondes; ils l'étaient infiniment moins avec les projectiles des armes de précision. Au moment de la guerre de 1870, tandis que le Chassepot ne leur donnait lieu qu'à grandes distances, la balle prussienne pouvait en produire de plus près; cette différence provenait vraisemblablement

de la différence de composition des deux projectiles; tandis que la balle de Chassepot était de plomb pur dit plomb mou, le langblei était formée d'un alliage de plomb et d'antimoine appelé plomb dur, et la balle de plomb dur se déformait moins facilement que celle de plomb mou. La balle de Chassepot, élargie par déformation, donnait lieu à la production de fissures étendues, de fractures complètes; la balle prussienne, au contraire, moins déformable, concentrait en quelque sorte son action et produisait une perforation pure ou avec des fissures plus courtes.

Actuellement, comme on pouvait s'y attendre, ces lésions deviennent de nouveau fréquentes; nos projectiles, non déformables, ne s'aplatissent pas à la rencontre du tissu épiphysaire, leur coefficient de pression est considérable et toute leur force vive est employée, ou peu s'en faut, en pénétration; les perforations simples en sont le résultat, à condition toutefois que la vitesse du projectile ne soit pas excessive. Nous verrons plus tard pourquoi dans ce dernier cas ce n'est plus une perforation mais une fracture comminutive qui se produit. Von Coler, dans ses expériences, a obtenu les perforations des épiphyses avec le fusil Mauser de 8 mm. aux distances de 600 à 700 m. et quelquefois jusqu'à 1600 m.

Examinons quels sont les caractères de ces lésions.

Autrefois, du temps des balles de 10 à 11 mm., l'orifice d'entrée dans l'os était arrondi et du calibre du projectile ou légèrement inférieur à celui-ci, les bords de cet orifice étaient plus ou moins renversés en dedans, le trajet figurait un cône évasé, très évasé même si l'os était épais, et l'orifice de sortie était notablement plus large que celui d'entrée; l'évasement du trajet et la largeur de l'orifice de sortie étaient dus à la fois à l'aplatissement de la balle et à la propulsion du côté de la sortie des particules osseuses détachées. Ces anciens sétons étaient accompagnés de fissures plus ou moins étendues mais constantes et, comme

l'articulation était voisine, elles s'étendaient fréquemment jusqu'à elle, d'où le danger particulier de ces lésions; nous reviendrons sur ce point à propos des blessures articulaires.

Actuellement, avec nos projectiles de calibre réduit, les conditions se sont modifiées dans un sens éminemment favorable; la balle cuirassée surmonte sans difficulté la résistance de la mince couche de tissu compact et celle du tissu spongieux, elle ne se déforme pas ou peu; enfin nous avons vu que son coefficient de pression est très supérieur à celui des anciennes balles, d'où une concentration considérable des effets. Aussi trouvons-nous dans les publications récentes de nombreux exemples de sétons purs des épiphyses du tibia, du fémur, de l'humérus, etc. Vous en trouverez dans les planches des ouvrages de von Brun's, de von Coler, et je vous présente des pièces provenant des expériences faites avec vos prédécesseurs.

Vous voyez que non seulement les sétons des extrémités des grands os sont bien plus réguliers, moins évasés à la sortie maintenant qu'autrefois, que souvent ils ne sont accompagnés d'aucune fissure, ou que, s'il en existe, elles sont insignifiantes et ne s'étendent pas à la jointure voisine.

Le diagnostic des sétons des os est actuellement facile et il suffit pour le poser de constater l'existence de deux orifices placés de telle sorte que le trajet doit passer au niveau d'un os, de constater de plus qu'il n'y a pas de fracture; nous savons en effet que nos balles ne dévient pas à la traversée d'un os. Anciennement il n'en était pas de même et les trajets étaient souvent indirects, d'où la nécessité pour poser le diagnostic d'une exploration néfaste. Ce diagnostic n'était généralement établi qu'aux dépens du malheureux blessé infecté par son chirurgien; de plus, la pénétration des fissures dans les jointures amenait trop souvent des complications d'arthrites suppurées

et la mort. On peut donc dire : *autrefois diagnostic difficile et pronostic grave; aujourd'hui, diagnostic facile et pronostic favorable.*

Fractures proprement dites.

Dans les fractures proprement dites, le levier osseux est brisé et l'os est divisé en un plus ou moins grand nombre de fragments. Dans une première catégorie de faits, l'os est divisé en deux fragments; dans une autre, la fracture est comminutive, il y a plus de deux fragments; le nombre de ces fragments est des plus variable et la fracture est plus ou moins comminutive. Au premier abord il semble qu'il est bien difficile de distinguer entre les différents degrés de la comminution, qui peut être seulement ébauchée ou au contraire portée à ses dernières limites; en fait, nous pouvons trouver parmi les fractures par armes à feu tous les degrés possibles et le passage d'un degré à l'autre ne peut pas être déterminé d'une façon précise; néanmoins, l'étude clinique et expérimentale nous permet de tracer le tableau complet de ces lésions et d'y reconnaître des types caractéristiques.
Occupons-nous d'abord des fractures diaphysaires et commençons par celles de la première catégorie, c'est-à-dire des fractures simples.

a) **Fractures simples.** — Si nous nous en tenions aux descriptions des traités de chirurgie de guerre et aux travaux cliniques des chirurgiens militaires, particulièrement aux constatations anatomiques de ceux qui ont étudié le sujet sur les pièces d'autopsie, nous serions très imparfaitement renseignés, soit sur la fréquence, soit sur les caractères de ces fractures. En effet, comme le dit très justement Delorme, ces fractures guérissent assez régulière-

ment, les examens directs en sont rares et les pièces font défaut dans les collections; d'autre part, comme l'indique le même auteur, leur diagnostic exact est loin d'être aisé, de sorte que l'on ne peut pas mieux se baser sur les statistiques cliniques que sur les pièces de musées pour établir la fréquence de ces fractures. Il ne faut pas accepter sans contrôle leur prétendue rareté et c'est l'expérimentation qui nous permet de rectifier nos données sur ce point. D'après Delorme, ces fractures ne sont point aussi rares que l'ont avancé Holst, Bornhaupt, Chauvel, Bousquet, etc., il en a déposé une quinzaine de spécimens au musée du Val-de-Grâce et aurait pu, dit-il, en grossir le nombre. Ces fractures sont tantôt dues à une balle animée d'une faible vitesse et qui atteint l'os plus ou moins perpendiculairement, tantôt au contact tangentiel d'un projectile qui peut dans ce cas provenir d'un coup à beaucoup plus courte distance. Suivant que l'un ou l'autre de ces deux mécanismes est en jeu, les délabrements des parties molles sont plus ou moins importants et la fracture elle-même est souvent accompagnée, dans le second cas, d'une destruction osseuse limitée au point d'impact, d'une ablation de parcelles osseuses, d'un sillon ébauché.

Le trait de fracture est transversal ou oblique, très oblique dans quelques cas. Les fractures transversales ou obliques paraissent se produire par le mécanisme de la flexion et tantôt c'est au niveau même du point d'impact que la rupture s'effectue, tantôt au-dessus ou au-dessous et dans un point de moindre résistance de l'os.

Les fractures très obliques dont le trait suit un trajet plus ou moins spiral sont probablement dues non à la flexion mais à la torsion. Bornhaupt a figuré deux exemples de ce genre provenant de la collection de Volkmann, dans lesquels le grand trochanter avait été atteint et un troisième appartenant à Reyher où le petit trochanter avait été lésé superficiellement; dans l'une des deux pre-

mières pièces le trait de la fracture descend en suivant une ligne spirale presque jusqu'au milieu de la longueur du fémur.

Je dois encore signaler une forme rare de fractures simples, étudiées par Lacronique, et désignées par le terme de fractures indépendantes; dans ces cas l'os présente, à distance du point d'impact, un trait transversal ou oblique qu'aucune fissure ne relie au point traumatisé.

Fractures comminutives.

De toutes les lésions du squelette dues aux balles de guerre ce sont de beaucoup les plus fréquentes; celles que nous avons examinées jusqu'ici sont en somme des exceptions relativement aux fractures comminutives, tandis que celles-ci constituent la règle.

Si un projectile animé d'une force vive relativement faible arrive au contact d'un os long, dans l'immense majorité des cas nous verrons s'y former deux fissures qui divergent à partir du point d'impact, contournent le cylindre osseux et vont se réunir en arrière à une fissure longitudinale, la fracture comminutive est effectuée; si le projectile est animé d'une plus grande force, s'il est capable de détruire la cohésion du tissu osseux, il le pénètre et s'y arrête ou bien le traverse de part en part; mais nous avons vu qu'il est tout à fait exceptionnel que les culs-de-sac ou les sétons osseux soient purs; bien au contraire, du pourtour de l'orifice d'entrée ou du pourtour des orifices d'entrée et de sortie divergent de plus ou moins nombreuses fissures qui déterminent la formation d'esquilles, et il y a fracture comminutive. Si, au lieu d'atteindre la surface perpendiculairement, le projectile l'atteint latéralement, il y creuse un sillon mais là encore ce sillon est rarement pur et de plus ou moins nombreuses fissures

en partent et déterminent encore une fracture comminutive.

Les fractures comminutives peuvent être dues, comme l'a montré Delorme, à des projectiles animés de forces vives variables; si la fracture comminutive a été produite par un simple contact, la force vive n'était pas très grande, si au contraire elle est la conséquence d'une perforation incomplète ou complète, le projectile était évidemment animé d'une énergie plus considérable; s'il y a eu contact tangentiel, celui-ci peut déterminer une fracture comminutive simple ou bien creuser une gouttière d'où partent des fissures assez étendues pour déterminer la fracture comminutive; la force vive de la balle était plus élevée dans le second cas que dans le premier. Or, il est bien établi que l'intensité de la comminution est en raison directe de celle de la force vive du projectile; la comminution sera donc la plus intense dans les fractures comminutives par perforation complète, la moins intense dans les fractures comminutives par contact simple. Remarquez bien que je parle de l'intensité de la comminution et non pas de son étendue; nous verrons ce qu'il en est de celle-ci.

L'examen anatomique des fractures comminutives a permis de formuler quelques règles relativement aux rapports entre le nombre et les dimensions des esquilles et aussi entre ce nombre et ces dimensions et leur séparation plus ou moins complète d'avec le périoste; voici ces règles :

1° Plus la force vive du projectile est grande, plus la comminution est intense.

2° Plus le nombre des esquilles est grand, plus sont réduites leurs dimensions : fractures à deux esquilles, très grandes esquilles; fractures très comminutives, petites esquilles et sable osseux.

3° Plus les esquilles sont grandes, plus aussi il y a de

chance pour que leur adhérence au périoste soit conservée, plus elles sont petites, plus il y a d'esquilles complètement libres et d'esquilles au moins en partie séparées de leur périoste.

Nous allons maintenant étudier les fractures comminutives : 1° dans les os compacts, les diaphyses; 2° dans les os spongieux, les épiphyses et les os courts; 3° dans les os plats.

Fractures diaphysaires. — La plus typique et la plus simple parmi les fractures diaphysaires comminutives, celle dont, comme vous allez le voir, nous pourrons faire dériver la plupart des autres, c'est la fracture à quatre fragments. La balle a frappé l'os perpendiculairement; du point d'impact nous voyons partir deux longues fissures qui divergent en haut et en bas comme les deux branches d'un X et qui se recourbent sur les faces latérales pour aboutir l'une et l'autre, en haut et en bas, à une longue fissure longitudinale qui occupe la face opposée de l'os; cette dernière est la *fissure symétrique* de Delorme. Si le cylindre osseux était partout de même épaisseur et de même résistance, cette fissure symétrique se trouverait toujours à l'extrémité du diamètre antéro-postérieur correspondant au point d'impact, mais comme l'os est souvent inégalement épais, il arrive fréquemment qu'elle se trouve déplacée latéralement d'un côté ou de l'autre du point qu'elle devrait occuper et qui s'est trouvé trop résistant.

Les deux fissures divergentes et la fissure symétrique délimitent deux grandes esquilles de forme triangulaire dont les bases se touchent en arrière, dont les sommets correspondent au point d'impact du projectile et dont les bords sont plus ou moins arqués. Les deux esquilles enlevées nous voyons que les deux fragments principaux de la fracture sont taillés en bec de flûte en avant, les pointes du bec correspondant à l'intervalle laissé par la diver-

gence des fissures; en arrière la coupe des fragments est plus ou moins régulièrement transversale.

Nous trouvons de nombreux exemples de cette fracture typique, soit dans les pièces recueillies aux autopsies, soit dans les pièces expérimentales.

De cette figure typique nous pouvons faire dériver toutes les autres, soit par l'addition de nouvelles fissures, soit par la suppression de telle ou telle partie des fissures ordinaires; dans les fractures par contact ou par pénétration incomplète, probablement dans un bon nombre de perforations complètes, la fissure symétrique est présente.

Supposons la force vive plus grande que tout à l'heure : au lieu de deux fissures divergentes nous en trouvons quatre aboutissant toutes en arrière à la fissure symétrique, elles délimitent quatre esquilles au lieu de deux et ces esquilles sont plus étroites que celles du type primitif, leur base est moins longue et leur forme plus allongée.

A un degré plus avancé, une ou plusieurs fissures perpendiculaires à l'axe de l'os divisent chaque esquille en deux moitiés, nous en trouvons quatre au lieu de deux ou huit au lieu de quatre, elles sont moins longues et leur forme se rapproche de celle d'un triangle isocèle. A mesure que la force vive s'accroît, le nombre des fissures divergentes et celui des fissures perpendiculaires augmentent et nous arrivons graduellement aux formes les plus compliquées des fractures comminutives par contact ou par perforation incomplète.

Mais on rencontre parfois d'autres formes, celles-ci incomplètes, en quelque sorte ébauchées, dans lesquelles une partie des fissures typiques fait défaut; du point d'impact par exemple partent deux fissures divergentes, mais une seule d'entr'elles aboutit à la fissure symétrique, l'autre reste en route; l'os est divisé en trois

parties : les deux fragments principaux et une seule esquille. Dans d'autres cas on peut voir, d'après Delorme, une seule esquille séparée, tandis que le reste de la diaphyse est divisé par un trait transversal.

Lorsque le projectile, au lieu d'atteindre le cylindre diaphysaire normalement à sa surface, arrive tangentiellement, il y creuse un sillon ou une gouttière, et, des bords de ceux-ci, divergent des fissures plus ou moins nombreuses qui viennent aboutir en arrière à une longue fissure longitudinale à laquelle Delorme donne alors le nom de *fissure opposée* et nous voyons se former des esquilles de formes et de nombre analogues à celles de tout à l'heure.

Les perforations complètes nécessitent, cela va de soi, une force vive plus considérable que les perforations incomplètes; on peut en déduire que, sauf dans quelques exceptions rares, elles s'accompagneront d'une comminution plus intense aussi. Au moment où la balle pénètre la paroi diaphysaire les fissures ordinaires se produisent, elles sont seulement plus nombreuses et délimitent des esquilles plus morcelées. Si j'ai bien compris Delorme, d'après lui la fissuration se produirait complètement au moment du premier contact et le projectile trouverait du côté de la sortie la porte en quelque sorte déjà ouverte, il n'aurait pour s'échapper qu'à soulever les fragments en les écartant simplement ou bien en en détachant quelques parcelles. Est-ce bien là ce qui se passe ou bien, au contraire, le projectile, après avoir fissuré et pénétré l'os, ne trouve-t-il pas la paroi opposée encore plus ou moins intacte et n'a-t-il pas à y creuser son orifice de sortie en déterminant autour de celui-ci de nouvelles fissures ? Cette dernière opinion est celle de von Coler qui s'appuie pour la soutenir sur des pièces expérimentales diverses.

Bornhaupt, en étudiant le mécanisme des fractures comminutives, avait produit des figures très analogues

sur des tubes de verre perforés au moyen d'une vis de pression; on voit très nettement sur l'image qu'il en a donnée que des fissures divergentes partent non seulement de l'orifice d'entrée mais aussi de celui de sortie. Von Coler a obtenu, en tirant sur des tubes métalliques, des résultats qui paraissent montrer que le projectile rencontre la paroi de sortie encore intacte car on y distingue nettement un orifice taillé par la balle. Ces expériences faites sur des objets si différents des os seraient peut-être insuffisamment démonstratives si von Coler n'ajoutait que, même dans les fractures les plus comminutives, il est souvent possible, si l'on arrive à rassembler toutes les esquilles, de reconstruire l'os et de trouver la trace de l'orifice de sortie sous la forme d'une perte de substance arrondie; il faut bien alors que le projectile ait rencontré la paroi diaphysaire du côté de la sortie encore intacte, en tous cas que son morcellement ne soit pas celui que pense Delorme. Il est évident que, s'il en est ainsi, la force vive doit être encore suffisante pour fissurer l'os sinon comme à l'entrée, au moins d'une façon analogue.

Ce qui prouve d'une façon indirecte que von Coler est dans le vrai, c'est l'examen de ce qui se passe dans les perforations complètes du crâne; on y voit avec la plus grande netteté deux systèmes de fissures qui rayonnent de l'orifice d'entrée et de celui de sortie; ces deux systèmes confondus dans les coups à courte distance sont, à des distances plus faibles, complètement indépendants l'un de l'autre. On ne peut, il est vrai, assimiler complètement les diaphyses au crâne, mais dans les deux cas le projectile rencontre d'abord une première paroi, traverse un milieu demi-liquide, moelle ou cerveau, et aborde la seconde paroi; les conditions sont donc très analogues. Je suis convaincu pour ma part que l'opinion de von Coler répond à la réalité. Voici du reste une de nos pièces expérimentales qui me paraît tout à fait démonstrative sous ce rap-

port car on y trouve avec la plus grande netteté deux systèmes de fissures partant de chacune des deux perforations, celle d'entrée et celle de sortie.

Les perforations complètes nécessitant une force vive intense, le morcellement de l'os est plus accusé que dans les fractures précédentes; à l'orifice d'entrée il va jusqu'à la production de ces menus fragments que l'on nomme sable osseux; les autres esquilles, très nombreuses, sont petites et de forme triangulaire à bords plus ou moins arqués; du système de fissuration de la sortie résulte une fragmentation secondaire qui modifie les formes ordinaire, assez variées déjà, des esquilles. Un grand nombre des esquilles formées sont tout à fait libres, quelques-unes en partie retenues par un pont périostique; le périoste est décollé sur une partie des deux fragments principaux.

Fractures comminutives explosives. — Il est enfin une dernière catégorie de fractures comminutives, c'est celle qui répond aux plaies dites explosives; fréquentes et particulièrement graves du temps des armes de gros calibre, y compris celles de 10 mm., elles ont diminué à la fois de nombre et de gravité depuis l'adoption du calibre réduit. La comminution y est extrêmement intense, l'os est réduit en une infinité de petits fragments projetés dans les parties molles ou chassés au dehors, et il n'est absolument plus possible de reconstituer un orifice d'entrée et un orifice de sortie; c'est un véritable éclatement du cylindre osseux qui fait penser immédiatement à l'action d'une substance explosive. Si nous débarrassons le foyer de ses esquilles, nous trouvons que les deux fragments principaux sont ordinairement fissurés et en tout cas dépouillés de leur périoste à leur extrémité.

Etendue du foyer des fractures. — Il est important de savoir quelle est l'étendue du foyer osseux dans les frac-

tures, les indications opératoires et le choix de l'intervention peuvent en dépendre; aussi plusieurs expérimentateurs y ont-ils prêté leur attention. Nous entendons par foyer de la fracture non seulement la partie de l'os fragmentée en esquilles libres ou adhérentes mais encore la partie des fragments principaux fissurée plus ou moins loin ou séparée de son périoste.

Si l'on compare sous ce rapport les fractures dues aux anciennes armes avec celles que produisent les armes modernes, on constate que l'étendue du foyer traumatique est à peu près la même dans les fractures à grandes esquilles; il résulte au contraire des données précises recueillies, soit par von Brun's, soit par von Coler, que, dans les fractures à esquilles moyennes ou petites, l'étendue de la comminution et de la fissuration est notablement moins grande dans les fractures produites par les armes modernes que dans celles dues aux armes d'autrefois. D'après von Brun's, avec le fusil de 8 mm., le foyer mesure 4 à 6 cm. pour le radius, le cubitus et le péroné, 6 à 14 cm. pour l'humérus, 9 à 10 cm. pour le tibia et 7 à 16 cm. pour le fémur, tandis qu'avec le Mauser de 11 mm. cette étendue était égale au quart, au tiers et quelquefois à la moitié de la longueur de l'os intéressé. Les chiffres donnés par von Coler pour le Mauser de 8 mm. sont à peu près les mêmes que ceux de von Brun's : 8 à 9 cm. pour l'humérus, 5 cm. pour le radius et le cubitus, 9,2 cm. pour le tibia (à moins qu'il soit atteint à son bord antérieur, auquel cas la longueur du foyer est de 11,5 cm.), 11 à 12 cm. pour le fémur, et cela, ajoute von Coler, à toutes les distances; il fait remarquer qu'en effet si l'intensité de la comminution est d'autant plus grande que la distance est plus courte l'étendue du foyer n'est pas influencée par cette cause.

Lésions de la moelle dans les fractures comminutives diaphysaires. — La moelle du canal médullaire présente

des lésions plus ou moins étendues et concordant en importance avec celles des autres parties constituantes de l'os; naturellement la fragilité du tissu médullaire entraîne sa désorganisation facile. Dans les fractures simples la moelle est contusionnée, plus ou moins infiltrée de sang; son attrition peut être un peu plus forte dans les fractures à grandes esquilles; dans les gouttières, les perforations incomplètes ou complètes compliquées de fissures, mais sans fracture, il en est encore de même, avec des degrés d'intensité croissants; dans les perforations complètes, toujours accompagnées de fractures comminutives, une partie de la moelle a été chassée du côté de la sortie et le tissu médullaire est profondément broyé; l'étendue du foyer de contusion et la quantité de moelle évacuée sont proportionnelles au degré du morcellement de la corticale; enfin dans les types les plus comminutifs, dans les fractures à caractères explosifs particulièrement, non seulement la moelle a été chassée hors du foyer mais on peut voir le canal médullaire des deux fragments principaux vidés parfois dans une grande étendue.

Lésions des parties molles dans les fractures. — Nous venons de voir quels sont les caractères des lésions de l'os dans les fractures diaphysaires. Il nous reste, pour compléter cette étude, à décrire les lésions des parties molles qui les accompagnent, les orifices d'entrée et de sortie à la peau et les deux parties du trajet en deçà et au-delà du foyer osseux; c'est ce que nous allons faire.

L'*orifice d'entrée* ne diffère le plus souvent que peu, ou même ne diffère pas du tout de ce que nous avons vu pour les plaies des parties molles; une seule condition peut le modifier, c'est le fait que l'os lésé est superficiel, comme la calotte crânienne ou la face interne du tibia, la clavicule, etc.; dans ce cas, les téguments n'ayant pu se laisser déprimer en entonnoir, la perte de substance est plus éten-

due, l'orifice, du diamètre du projectile, est régulier, de forme variable suivant l'incidence et il en est ainsi, quelle que soit la distance, avec nos balles cuirassées, sauf dans de rares exceptions. Il n'en était pas de même pour les anciennes balles en plomb, facilement déformables; celles-ci, dans les tirs à courte distance, pouvaient s'aplatir et se déformer au contact de l'os, l'orifice d'entrée à la peau était alors d'autant plus grand et plus irrégulier que la déformation et l'aplatissement avaient été plus intenses; les deux facteurs de ces modifications étaient, d'une part, la force vive restante de la balle, de l'autre, la résistance de l'os atteint. Peut-être, parfois, une autre condition peut-elle changer les caractères de la plaie d'entrée; on a vu dans quelques expériences de tir à courte distance des esquilles être projetées non seulement du côté de la sortie mais encore du côté de l'entrée; elles peuvent alors déchirer secondairement l'orifice cutané; en tout cas cette éventualité des plus rares ne peut se réaliser avec les projectiles actuels.

Le *trajet* qui s'étend de la peau à l'os atteint, qui autrefois pouvait être élargi par les esquilles, est aujourd'hui régulier et absolument le même que dans le cas de lésion des parties molles seules, c'est-à-dire presque linéaire. Du côté de la sortie la lésion osseuse imprime au trajet et à l'orifice cutané des modifications profondes et cela d'autant plus que la fracture est plus comminutive, d'autant plus aussi que le projectile est plus volumineux et plus facilement déformable.

Voici ce qui se passait avec les balles de 10 mm. : au-delà de la fracture on tombait dans un foyer souvent très vaste, assez grand dans une fracture du fémur, par exemple, pour loger le poing ou même davantage, cavité remplie d'une bouillie formée de tissu musculaire broyé, de sang épanché, d'esquilles et de menus fragments osseux; si l'on débarrassait cette cavité de son contenu on trouvait

ses parois irrégulièrement déchirées, formées des lambeaux des tissus fibreux, des aponévroses, des tendons, des artères dépassant le niveau des muscles détruits; les gros nerfs, les gros vaisseaux restés parfois intacts ou incomplètement rompus, quelquefois quelques tendons, formant des ponts au travers; si l'on versait de l'eau dans ce foyer vidé de son contenu on voyait flotter contre la paroi les débris des parties fibreuses effilochées.

Naturellement les dimensions du foyer et l'intensité de la destruction des tissus présentaient des degrés à l'infini, en rapport soit avec la force vive dont était animé le projectile, soit avec la nature des tissus intéressés. La destruction était à son summum dans les blessures explosives, et c'est dans ces dernières en particulier que l'on pouvait voir, comme l'a signalé Habart, des nerfs volumineux, des artères de gros calibre rompus bien que se trouvant à distance du passage du projectile. La plaie de sortie différait également, soit dans sa forme, soit dans ses dimensions, de ce qu'elle était dans les coups de feu des parties molles; ce n'était plus une fente linéaire mais bien une déchirure beaucoup plus longue et qui pouvait, dans les cas extrêmes, s'étendre au quart, au tiers de la longueur du membre et dépassait en tout cas de beaucoup le diamètre de l'orifice d'entrée; elle était ordinairement en même temps irrégulière, la peau qui la bordait étant déchirée en lambeaux flottants, en languettes pointues, renversés en dehors. Dans les plaies les plus graves, à caractère explosif, les aponévroses déchirées, les tendons rompus, comme étirés, déchiquetés pendaient à travers la plaie béante, mélangés de sables osseux et même d'esquilles volumineuses séparées de toute connexion avec l'os. Nous avons vu maintes fois, dans nos expériences, des désordres de cette intensité effrayante effectués par un coup de Vetterli à la distance de 60 m. à la cuisse ou à la jambe.

Von Brun's a figuré dans ses deux publications sur ses

expériences cadavériques, faites soit avec la balle dum-dum, soit avec la balle évidée employée par les Anglais au Soudan, des exemples terrifiants de ces lésions produites à la distance de 25 à 50 m.; on y voit encore amplifiées ces destructions énormes que nous avons observées nous-même pendant la guerre franco-allemande et pendant la Commune de Paris et dues aux balles du fusil à aiguille et surtout à celles du Chassepot.

Voyons maintenant quelles sont aujourd'hui, avec les projectiles de 7 à 8 mm., les lésions des parties molles accompagnant les fractures diaphysaires comminutives.

L'orifice d'entrée et le trajet jusqu'à l'os ne diffèrent que fort peu ou pas du tout de ce qu'ils sont quand les os n'ont pas été touchés, à part les cas où ceux-ci sont tout à fait superficiels; à partir de l'os dans les blessures à grandes et à moyennes distances le *trajet* peut être régulier et presque linéaire; von Coler a publié des figures de ces trajets faites d'après des coupes de membres congelés et qui sont absolument démonstratives. A plus courte distance, le trajet de sortie est élargi, il y a un véritable foyer rempli de bouillie musculaire, de sang et de fragments osseux mais ce foyer est bien loin d'atteindre les dimensions que je vous ai indiquées tout à l'heure. Von Brun's ne lui a trouvé comme dimensions maxima, dans ses expériences, que celles d'un œuf de poule ou d'un œuf d'oie; von Coler donne de son côté les chiffres suivants : à 100 m. de distance de tir, la zone de destruction est de 13 c. derrière le tibia fracturé, de 9 c. derrière le fémur, de 7 c. derrière l'humérus; elle diminue rapidement pour des distances moindres.

Plusieurs conditions, cela va sans dire, font varier ces dimensions; elles dépendent de la force vive et de l'incidence du projectile ainsi que des qualités des tissus atteints. Mais, même aux plus courtes distances, le foyer est le plus souvent très réduit; ceci est très important, tant au

point de vue de la théorie des blessures par armes à feu que de leur pronostic et de leur thérapeutique. Jamais on ne voit se produire avec les armes modernes ces déchirures de gros vaisseaux ou de nerfs à distance du trajet que l'on observait autrefois dans certaines blessures explosives. Vous voyez que l'étendue et le degré de la destruction que comporte le foyer de sortie dans les fractures comminutives diaphysaires sont, avec nos armes, infiniment moindres qu'avec celles qui les ont précédées.

Nous allons voir maintenant qu'il en est de même, à un plus haut degré encore peut-être, de la plaie de sortie cutanée. Les dimensions de *cet orifice de sortie* sont supérieures à celles des orifices de sortie des coups de feu des parties molles, mais la différence est faible pour peu que l'os fracturé soit séparé de la peau par une épaisseur de tissus un peu notable. Lorsqu'il n'en est pas ainsi, comme par exemple pour le tibia à sa face interne, les esquilles projetées rencontrent immédiatement les téguments et les déchirent, de sorte que la plaie de sortie en est agrandie et rendue irrégulière. A part ces cas, la plaie de sortie conserve des caractères de simplicité et de régularité des plus frappants si on la compare aux immenses orifices béants que l'on observait dans les fractures à courte distance par le Chassepot ou le Vetterli et à ceux encore bien plus énormes que peut produire une balle dum-dum quand elle traverse les os des membres. En résumé, la plaie de sortie reste linéaire comme celle des plaies des parties molles dans les coups à grande distance, tandis qu'aux courtes distances elle est étoilée ou même à grands lambeaux lorsque l'os fracturé n'est séparé de la peau que par une faible épaisseur de tissus. Von Coler a donné les dimensions moyennes des plaies de sortie en cas de fracture; je reproduis ses chiffres avec ceux des mêmes plaies de sortie dans les blessures des parties molles; leur comparaison montre que si à 100, 200 et 600 m. ces plaies sont notable-

ment plus étendues en cas de fracture, à partir de cette dernière distance l'écart est très faible.

Orifices de sortie (d'après von Coler)
(Mauser 8mm).

Distances	Plaies des parties molles	Plaies avec fractures
	mm	mm
100 m.	7,6	23,0
200 »	7,2	17,0
600 »	6,8	12,7
700 »	6,7	8,4
800 »	6,64	6,8
1000 »	6,08	8,8
1200 »	5,63	8,3
1600 »	5,5	6,7
2000 »	5,7	7,0

Vous voyez que ces dimensions sont minimes si on les compare avec celles des orifices de sortie des plaies avec fractures produites par les anciennes armes. Il ne faudrait cependant pas croire que l'on ne puisse aujourd'hui rencontrer parfois des cas où elles sont plus étendues que dans le tableau de von Coler; von Brun's, dans ses expériences faites avec le fusil Mauser de 8 mm. a trouvé des orifices de sortie de 10 et même de 15 cm. de longueur dans des cas de fractures produites par des coups tirés aux distances de 12 à 100 m. Il faut savoir que les chiffres de von Coler sont des moyennes établies sur un grand nombre de coups et que, comme je vous l'ai dit à maintes reprises, une foule de conditions tenant soit au projectile soit aux tissus lésés font varier les lésions dans d'assez fortes proportions. En tous cas, il ressort de l'étude

présente qu'avec nos armes on ne rencontre plus ces énormes plaies de sortie communes dans les blessures explosives de la période précédente et qui, avec le Vetterli, par exemple, pouvaient encore se produire dans les coups tirés à la distance déjà grande de 400 m.

Remarquez encore combien le fait de la fracture a peu d'effet sur les dimensions de cet orifice de sortie qui, à 100 m., est seulement triplé et, à 2000 m., ne surpasse celui d'entrée que de 2 mm. 72.

Une dernière différence à noter entre l'orifice de sortie des balles anciennes et celui des projectiles actuels dans les fractures diaphysaires, c'est que, tandis que jadis, presque toujours dans les coups à courte distance et quelquefois aux distances moyennes, on y rencontrait des esquilles affleurant la peau ou se montrant en partie au dehors, ce n'est plus le cas actuellement que lorsque l'os est séparé des téguments par une mince couche de tissus; autrement les esquilles mobilisées dans le foyer n'arrivent pas à l'orifice de sortie; on peut bien y trouver quelques parcelles de sable osseux mais aucune esquille grosse ou moyenne.

Nous verrons plus tard combien ces dispositions de la plaie de sortie ont changé le pronostic des fractures comminutives diaphysaires par coups de feu et cela pour les deux raisons suivantes : l'infection spontanée y est plus difficile et la protection thérapeutique contre les infections secondaires plus aisée et plus efficace.

Fractures comminutives des os spongieux.

Les os spongieux sont, d'une part les os courts, de l'autre les extrémités des os longs, celles-ci comprenant, outre l'épiphyse proprement dite, la partie de la diaphyse qui y confine; c'est ce que Lannelongue désigne par le terme de bulbe de l'os, d'autres par celui de métaphyse.

Les fractures des os spongieux peuvent diviser ceux-ci en esquilles grandes ou petites, toujours plus nombreuses dans le second cas, absolument comme pour les diaphyses.

Les fractures à grandes esquilles sont dues soit au simple contact, soit, plus rarement, à la fissuration qui accompagne une gouttière, une perforation incomplète ou plus rarement encore une perforation complète; les fractures à petites esquilles sont la conséquence de la fissuration compliquant une perforation complète ou, plus rarement, une gouttière. Il va de soi que, d'une part, nous pouvons rencontrer tous les degrés de la comminution avec des passages graduels dans son intensité, d'autre part, que nous ne pouvons établir une limite précise entre les deux catégories principales des fractures à grandes et à petites esquilles. Il va sans dire aussi que la grande majorité de ces fractures sont compliquées de lésions des articulations; pour le moment, nous en ferons abstraction, ne nous occupant que de celles des os.

Comme pour les diaphyses, c'est en étudiant les lésions les plus simples d'abord, puis ensuite les plus complexes, que l'on est arrivé à démêler les types de fissuration qui aboutissent à la détermination des fractures. Nous devons tout particulièrement à Delorme une étude très complète de ce sujet, étude qui lui a permis de déterminer les lois auxquelles répondent les types de fissuration des os spongieux, particulièrement dans les extrémités articulaires. Je n'ai donc qu'à vous résumer ses travaux qui, du reste, se sont trouvés vérifiés dans nos propres expériences. Il résulte des recherches de ce chirurgien : 1° Que, lorsque le projectile atteint l'épiphyse proprement dite les fissures restent confinées à celle-ci; qu'au contraire, s'il atteint la partie terminale de la diaphyse, les fissures s'étendent à la fois à la diaphyse et à l'épiphyse. 2° Que dans ce dernier cas les fissures affectent des dispositions assez semblables à celles qu'elles ont dans les diaphyses, déter-

minant la formation d'esquilles moins allongées mais de forme analogue. 3° Que lorsque l'épiphyse proprement dite est atteinte, ou bien elle l'est au voisinage immédiat de la ligne diaphyso-épiphysaire et alors on peut voir l'épiphyse séparée de la diaphyse par un trait unique plus ou moins transversal, ou bien ce trait se combine avec des fissures obliques qui divisent l'extrémité en plus ou moins nombreux fragments, mais toujours appartenant à l'épiphyse seule; enfin, si l'épiphyse est atteinte en un autre point, elle est divisée en fragments par des traits multiples plus ou moins nombreux encore confinés à elle seule. Les esquilles qui résultent de la fragmentation épiphysaire sont naturellement courtes, triangulaires, se rapprochant des formes pyramidales ou trapézoïdes.

Dans les deux variétés de fractures la comminution est naturellement en général d'autant plus grande que la distance de tir l'est moins; en particulier dans les variétés à atteinte diaphysaire nous retrouvons les fractures à esquilles grandes, moyennes ou petites.

Ajoutons encore que dans ces fractures la direction des fissures, particulièrement du côté épiphysaire, est commandée par l'architecture particulière à chaque os; en conséquence, et Delorme l'a bien montré par ses pièces expérimentales, chaque extrémité de chaque os long présente ses types particuliers de fracture; ces types seront divers suivant que l'os a été atteint dans tel ou tel point; les différentes parties du bulbe et de l'épiphyse n'étant pas également épaisses, la corticale étant plus résistante ici, moins là, le tissu spongieux étant creusé d'alvéoles plus ou moins grands, on comprend facilement les variations que je vous signale, mais on peut dire qu'étant donné l'os atteint et le siège du contact, on pourra en déduire approximativement le type probable de la fracture et c'est déjà beaucoup.

Les lésions des parties molles, l'articulation laissée de

côté pour le moment, les orifices d'entrée et de sortie et les deux parties du trajet présentent des caractères analogues à ceux que je vous ai indiqués pour les fractures diaphysaires, mais ils en diffèrent cependant plus ou moins et surtout du côté de la sortie par le fait que les tissus spongieux ne nécessitant, pour se laisser traverser, qu'une dépense de force vive moindre, le projectile en conserve plus et produit des lésions plus circonscrites; de moins grosses esquilles sont entraînées et chassées en avant.

Autrefois, lorsque les blessures explosives étaient fréquentes, c'est plus souvent dans les coups de feu diaphysaires que dans les fractures des parties spongieuses qu'on les observait et l'intensité ainsi que l'étendue des dégâts étaient plus grands dans le premier cas que dans le second. Actuellement, on peut dire que nos projectiles déterminent dans les os spongieux des lésions toujours moins graves que dans les parties dures du squelette et, si cela est vrai pour l'os, cela est encore plus exact pour les parties molles qui l'enveloppent. Déjà pendant la guerre franco-allemande on a pu douter parfois, à la simple inspection extérieure, de l'existence d'une fracture articulaire, tant les orifices cutanés, particulièrement celui de sortie, étaient réduits; ce doute serait encore bien plus fréquent aujourd'hui si nous ne savions pas que les plaies en contour sont une impossibilité avec nos armes et qu'il suffit de tirer une ligne droite d'un orifice à l'autre pour déterminer à coup sûr quels sont les organes atteints.

Fractures des os plats (os du crâne exceptés).

Dans les os plats, le crâne excepté, les lésions sont assez simples; ce sont des sillons en gouttières, des perforations complètes et rarement des fractures comminutives.

Les perforations de l'omoplate peuvent bien être compliquées de fissures plus ou moins nombreuses, mais ordinairement sans formation d'esquilles séparées; dans le cas contraire, il est rare, je crois, que la fissuration aboutisse à une fracture complète.

Il en est de même pour les parties constituantes du bassin; nous avons vu que les perforations, les gouttières n'y sont pas rares; ces lésions, lorsqu'elles sont compliquées de la production de fissures étendues, peuvent bien séparer un fragment de l'os, l'aile de l'ilion, par exemple, mais les fractures comminutives du bassin sont plutôt le fait des gros projectiles, des fragments d'obus, que des balles, dont l'action est beaucoup plus circonscrite.

La même observation peut être faite pour le sternum.

Quant aux côtes, elles peuvent être le siège de lésions variées. Autrefois les perforations y étaient inconnues et l'on n'y observait que des fractures comminutives; la réduction du calibre permet la production de perforations simples ou accompagnées de fissures; souvent, dans ce dernier cas, qui est fréquent, le périoste resté adhérent maintient les esquilles en place, de sorte que la lésion se comporte comme un séton simple. En outre, les différentes variétés de fractures simples, transversales ou obliques, comminutives à différents degrés ne sont pas rares aux côtes, mais presque toutes ne s'accompagnent que de déplacements minimes.

Fractures des os du crâne.

Le crâne présente des conditions très spéciales par le fait de la forme des os qui le constituent et par celui de la présence dans sa cavité d'un contenu mou, les centres nerveux encéphaliques, dans la constitution desquels entre une forte proportion d'éléments liquides. C'est à cette se-

conde particularité que l'on attribue la fréquence et l'intensité avec lesquelles se produisent, dans les coups de feu du crâne, les phénomènes dits explosifs.

La preuve que la présence du contenu est nécessaire pour la production des phénomènes explosifs est facile à fournir : si l'on tire à toutes les distances sur des crânes vides, on voit se produire deux perforations; sur le premier os atteint, je suppose le pariétal droit, la première perforation est nette à la face externe, ronde ou ovale suivant l'incidence, elle est suivie d'un court trajet diploïque légèrement évasé et à la face interne d'un orifice un peu plus grand que le premier et un peu moins régulier dont les bords présentent quelques aspérités dues au détachement de petites esquilles; traversant la cavité crânienne vide, la balle arrive au pariétal gauche et y creuse un canal de sortie ordinairement un peu plus large et moins régulier que celui d'entrée. Cette description s'applique quelle que soit l'arme employée, celles de 10 mm. ou celles de 6,5 à 8 mm.; il n'y a entre les effets produits que des différences de degré dans l'évasement des trajets et la régularité des orifices, ceux-ci plus nets et le trajet moins évasé avec les armes de calibre réduit qu'avec les autres.

Les parois des deux trajets ne présentent pas, cela va sans dire, une surface régulière, et vous avez vu sur deux pièces que je vous ai présentées que l'évasement se fait en quelque sorte par marches d'escalier; cette particularité, très nette sur le crâne perforé avec le fusil Vetterli et dont la paroi était anormalement épaisse, est reconnaissable aussi, quoique bien moins accentuée, sur le pariétal très mince provenant d'un suicidé.

Que l'on tire maintenant sur des crânes remplis de sciure de bois, de plâtre sec, de poudres diverses, les effets sont les mêmes que s'ils étaient vides; mais que le contenu soit formé par le cerveau lui-même ou par des substances liquides ou demi-liquides, et, aux courtes distances,

nous voyons l'explosion se faire avec une violence terrifiante. Von Coler donne dans son atlas deux photographies de crânes tirés à 50 m. avec un fusil du calibre de 5 mm.; toute la calotte crânienne a volé en éclats à travers de larges déchirures des téguments; l'un de ces crânes était plein de son cerveau et la substance cérébrale a été en grande partie projetée au dehors, l'autre était rempli d'eau.

Ces effets sont moins accusés si le diamètre du projectile est supérieur à 5 mm., mais ils n'en sont pas moins surprenants d'intensité; ils vont, du reste, assez rapidement en diminuant avec l'augmentation de la distance; les phénomènes explosifs continuent cependant à se produire, même jusqu'à 4 ou 500 m., avec les fusils de 7 à 8 mm., d'après la plupart des expérimentateurs (Brun's, Habart, Chauvel et Nimier), à de plus grandes distances encore, d'après von Coler, dont les faits ont plus de valeur parce que ses tirs ont tous été effectués avec la charge entière; à toutes les distances, avec le fusil de 5 mm., d'après les expériences de Demosthène, qui, lui aussi, ne s'est pas servi de charges réduites.

Comme on le comprend, il n'est pas possible de fixer la distance à laquelle cessent de se produire les effets explosifs; tant de facteurs entrent en jeu, soit du côté de l'arme, soit en ce qui concerne les tissus, qu'avec le même fusil, la même distance et le même but les résultats sont encore variables.

Ce que l'on peut étudier avec fruit, et cela a été fait par von Coler, ce sont les dégradations successives des désordres depuis les lésions du type explosif le plus accusé jusqu'aux blessures les plus simples.

Voici les résultats obtenus par cet auteur dans ses expériences, plus valables que d'autres pour la raison que je vous ai donnée : à 100 m., la fracture reste très comminutive mais les téguments sont plus ou moins intacts,

l'examen des os permet de reconnaître l'existence de deux systèmes de fissures, les unes rayonnant autour des deux orifices d'entrée et de sortie dont elles partent (ce sont les fissures radiées) les autres dessinant des courbes ou fractions de courbes concentriques aux orifices (ce sont les fissures concentriques); les fissures radiées sont tantôt rectilignes comme de véritables rayons, tantôt onduleuses, coudées, empruntant, quand elles les rencontrent, la direction des sutures qu'elles disjoignent; les fissures concentriques sont de même commandées dans leur tracé par la résistance plus ou moins grande de l'os et sont souvent plus ou moins irrégulières dans leur courbe. Les fissures radiées et les fissures concentriques, en se rencontrant les unes les autres, déterminent la fragmentation de la calotte en esquilles dont la forme se comprend aisément; leurs bords correspondant aux fissures radiées sont rectilignes ou onduleux, ceux qui se trouvent sur le trajet des fissures concentriques sont ou convexes ou concaves. Ces esquilles sont les unes complètement libres, d'autres en partie encore adhérentes au péricrâne, d'autres enfin partout adhérentes, les plus rapprochées des orifices étant le plus souvent complètement libres.

Dans ces coups à 100 m. de distance, les fissures radiées partant des deux orifices se confondent ensemble, se recoupent les unes les autres, de sorte que la fragmentation est intense; si on palpe le crâne à travers les téguments, on le sent craquer de toutes parts; des lambeaux de substance cérébrale pendent à l'orifice de sortie, rarement à celui d'entrée. La dissection montre que les esquilles sont encore adhérentes en partie dans leur centre; les trous d'entrée et de sortie sont reconnaissables et la perforation cutanée mesure 2 à 3 cm. de diamètre.

Dans les coups à plus grande distance, on voit peu à peu et graduellement s'accuser de plus en plus l'indépendance des fissures parties de chacun des deux orifices,

mais il part de l'un et de l'autre des fissures radiées coupées par des fissures concentriques jusque vers 800 m.; à partir de cette distance, les fissures concentriques diminuent peu à peu; à 1000 m., il n'y a presque plus que des fissures radiées, qui elles-mêmes diminuent graduellement et ont presque disparu à 1600 m.; cependant jusqu'à 1600 mètres persiste toujours une longue fissure, constante jusque là, et qui réunit les deux orifices; c'est à cette même distance de 1600 m. que von Coler a obtenu la première perforation simple et il cite un cas presque analogue observé sur le vivant dans un accident. Il ajoute que les perforations simples ne sont pas cependant constantes à 1600 m. ni même au delà, puisque sur trois coups à 2000 m., il a obtenu deux fois une perforation pure et que, dans le troisième cas, le crâne étant particulièrement mince, des fissures partaient des deux orifices. Il mentionne enfin un cas observé sur le vivant dans lequel, à la distance de 2700 m., on trouva une ouverture d'entrée de 9 mm., sans aucune apparence de fissures et sans plaie de sortie.

Nous avons ainsi tous les anneaux de la chaîne au complet.

Vous avez vu qu'aux très courtes distances le cerveau est complètement réduit en bouillie et en grande partie projeté au dehors tandis qu'à 100 m. on ne trouve de substance cérébrale qu'à l'orifice de sortie. D'après Nimier, un projectile qui traverse le cerveau y laisse comme traces de son passage des désordres qui varient selon le diamètre et la vitesse de ce projectile et suivant qu'il entraîne ou non avec lui des corps étrangers et des esquilles : « Tel grain de plomb, écrit-il, chevrotine ou même petite balle de revolver traversera le tissu cérébral sans laisser d'indice macroscopique de son passage; tel autre projectile, plus volumineux, y déterminera des désordres qui varieront depuis un trajet contus, rendu virtuel par l'affaisse-

ment des parois jusqu'à une explosion complète de l'encéphale. »

Le trajet, d'après Nimier, est fusiforme, avec un trou d'entrée plus large que celui de sortie; les dimensions du trajet plus grandes à l'entrée ainsi que l'évasement qui la suit, seraient dus à la projection des esquilles d'os et des molécules cérébrales, ces molécules, perdant rapidement la force vive que leur a communiquée le projectile, celui-ci creuse seul la seconde partie du trajet.

La lumière du canal s'oblitère par l'affaissement des parties voisines et est comblé par une bouillie rougeâtre ou noirâtre formée par le mélange du sang avec la substance nerveuse broyée. Le trajet proprement dit est entouré d'une zone de contusion nerveuse de deux ou trois centimètres d'épaisseur et près du trou d'entrée on trouve du sable osseux; la loupe y montre des fissures radiées qui peuvent atteindre une longueur de quatre ou cinq centimètres et se prolonger jusqu'à la surface de l'hémisphère. Tel est en substance le résumé de la description que Nimier donne des lésions de l'encéphale.

Résumé.

Résumons maintenant cette étude des lésions des os par coups de feu, particulièrement au point de vue des changements amenés par les modifications des armes dans la fréquence et les caractères de chacune de leurs variétés; voyons ce qu'il en est à l'époque actuelle.

Naturellement chacune des armes, successivement employées en guerre, peut produire une série de lésions diverses suivant ses qualités et suivant aussi la distance de tir. A l'époque moderne, lorsque l'étude des blessures de guerre a été faite expérimentalement, on a cherché à diviser les lésions en catégories et à établir la relation de

chacune d'elles avec les différentes distances de tir; c'est ainsi que pendant une certaine période on avait établi avec Bircher quatre catégories de blessures que l'on rapportait à autant de zones; il y avait, par exemple, pour Bircher, la zone de la contusion, la zone de la fissuration et des déchirures, la zone des blessures circonscrites et la zone de la pression hydraulique. En réalité ces zones ne pouvaient correspondre à aucune division parallèle des distances de tir, puisque, par exemple, la zone de l'explosion répond à une distance infiniment plus grande pour les lésions du crâne que pour celles des os longs et infiniment plus petite pour celles des tissus mous des membres.

La division en zones de Bircher a peu vécu et on lui en a substitué une autre en deux catégories, celle des coups à courte distance (Nahschüsse) et celle des coups à grande distance (Fernschüsse); quoique plus simple, cette division se heurte à la même difficulté dans l'application. Il est dès lors préférable de spécifier les distances en chiffres dans chaque cas étudié; étant connus ces chiffres et l'arme employée, toutes les données nécessaires sont ainsi établies. Vous comprenez combien, dans ces conditions, il est difficile d'énoncer brièvement le résumé que j'aborde et je vous prie de ne le considérer que comme un schéma forcément incomplet et imparfait.

Examinons successivement chacune des lésions des os aux points de vue que je vous ai indiqués tout à l'heure.

Contusion. — Fréquente autrefois du temps des armes primitives et des balles rondes, elle l'est devenue beaucoup moins lors de l'adoption des balles cylindriques ou cylindro-ogivales, puis elle a cessé de se produire aujourd'hui; si nos armes ne produisent plus de contusions c'est que leur force vive aux moyennes et grandes distances est de beaucoup supérieure à celle des anciennes et leur coefficient de pression par mm^2 qui l'est plus encore leur don-

nent une force de pénétration beaucoup plus grande; celle-ci est encore augmentée par leur forme pointue et par le mouvement spiral dont elles sont animées. On ne peut donc observer de contusion que par balle ayant ricoché et le plus souvent encore dans un contact tangentiel.

Fissures des diaphyses. — Il est impossible de se prononcer sur leur fréquence dans tous les temps, mais surtout actuellement, parce que ce sont des lésions qui doivent être souvent méconnues; ce sont des blessures qui ne fournissent pas de pièces aux musées; de nos jours au moins on n'en meurt pas. Delorme est le seul, je crois, qui en ait obtenu expérimentalement; il lui a semblé qu'elles étaient plus facilement produites par le contact tangentiel des balles cuirassées que par celui des projectiles de plomb; ce n'est que par ce genre de contact ou par des projectiles morts que cette lésion peut être effectuée. On peut donc supposer que, tandis que les fissures par balles mortes seraient devenues rares, celles qui s'expliquent par un contact tangentiel au contraire auraient pu augmenter de fréquence parce que nos balles, ne se déformant pas, conservent mieux leur force vive; mais ceci demande vérification.

Sillons, gouttières, ablation de parties saillantes. — Je n'ai pas de données sur les gouttières des diaphyses du temps des armes primitives; il est certain, d'autre part, que dans la période des armes de précision et celle des armes de 10 mm· les gouttières diaphysaires ne pouvaient se produire, le calibre de la balle, sa déformabilité et par conséquent l'agrandissement de son diamètre au contact d'un os résistant amenaient ou bien une contusion, si la force vive était peu considérable, ou bien une fracture à grandes esquilles si elle l'était plus, et cela provenait de la faiblesse relative de leur coefficient de pression et du

contact sur une trop large surface. La réduction du calibre et la résistance à la déformation de nos balles ont changé ces conditions; une balle cuirassée qui arrive tangentiellement sur le bord antérieur du tibia, surtout aux confins du bulbe, douée d'un coefficient de pression considérable, concentrant cette pression au point même d'impact sans en perdre en se déformant, peut détacher une parcelle de l'os sans produire la fracture. Les exemples en sont relativement rares mais ils existent, et Makins a vu des lésions de ce genre sur le tibia, qu'il appelle *incomplete wedge fracture.*

Cette lésion, exceptionnelle dans les os compacts, est au contraire fréquente dans les os spongieux, et nous pouvons prévoir, ce que du reste les faits confirment, que, possible dans les temps primitifs, elle a disparu dans la période des armes de précision pour reparaître, et cela avec une fréquence relative, avec l'introduction des projectiles cuirassés. En 1859, pendant la guerre d'Italie, en 1870, pendant la guerre franco-allemande, une balle atteignant parallèlement à sa surface un os spongieux en emportait bien une partie, y traçait un sillon, mais de ce sillon partaient des fissures multiples qui amenaient la fracture; il en était de même en ce qui regarde les ablations d'apophyses; aujourd'hui, ces deux variétés de lésions sont loin d'être rares; je vous en ai montré des exemples.

Perforations incomplètes. — Les perforations incomplètes des diaphyses ne se sont vues que du temps des balles rondes; celles des os spongieux furent assez fréquentes alors et nous avons dans les musées des pièces de ce genre, datant du XVIIIme siècle, par exemple. Pendant la période des armes de précision, ces perforations incomplètes, même dans les os spongieux, sont devenues des raretés; le plus souvent de beaucoup la pénétration incomplète se compliquait de la production de fissures aboutissant à la

fracture; souvenez-vous de la pièce de fracture du col du fémur avec enclavement du projectile que je vous ai montrée et qui était due à une balle de Chassepot.

De nos jours l'augmentation de la force vive, l'augmentation du coefficient de pression, résultant à la fois de la première et de la diminution du calibre, la résistance des projectiles font qu'ils traversent les membres en brisant les os, les parties moins résistantes, comme les os spongieux, encore bien plus aisément que les diaphyses, et il faut des conditions tout à fait exceptionnelles pour qu'après avoir pénétré ils ne la traversent pas de part en part. Je vous ai dit que, d'après von Brun's, la balle de 8 mm., tirée à 800 ou 1200 m., traverse deux ou trois membres placés l'un derrière l'autre en brisant les os. Comment peut-on supposer qu'une balle possédant une pareille force s'arrête au milieu d'une épiphyse ? Il ne peut, semble-t-il, y avoir d'exception que pour les coups de ricochet, et c'est bien ce qui paraît résulter des publications faites sur les dernières guerres.

Perforations complètes. — Les perforations complètes sans fractures ont-elles été observées du temps des balles rondes ? Cela est peu probable; ces balles, rencontrant une diaphyse, ou bien la fracturaient si leur force était suffisante, ou bien s'aplatissaient et perdaient ainsi l'énergie nécessaire pour pénétrer.

Dans les périodes suivantes on n'a plus observé de perforations diaphysaires; je ne connais qu'une exception, le fait de Fischer, mais il est loin d'être probant, n'ayant pas été contrôlé par l'autopsie. Aujourd'hui, les perforations diaphysaires sont discutables; von Brun's en a obtenu deux, dont l'une absolument simple, l'autre avec fissure mais sans fracture complète. Von Brun's est le seul à pouvoir en montrer et ses expériences ont été faites avec des charges réduites, ce qui change les conditions. Habart,

Reger n'ont jamais pu obtenir une perforation diaphysaire sans fracture.

Dans les os spongieux, au contraire, les perforations complètes pures, sans fracture ni fissure, sont devenues fréquentes depuis l'introduction des balles cuirassées de petit calibre, qu'il s'agisse des os courts, des épiphyses proprement dites ou de la partie terminale et spongieuse des diaphyses. Elles ne se produisaient pas avec les balles rondes, dont la force s'épuisait avant d'avoir franchi l'os, elles ne se voyaient pas non plus plus tard avec les projectiles cylindro-coniques ou cylindro-ogivaux de gros calibre ou même avec ceux de 10 mm., leur coefficient de pression était insuffisant pour permettre la pénétration, et s'il était plus élevé par le fait d'un tir à courte distance, leur volume, augmenté encore par la déformation donnait lieu à un ébranlement des molécules voisines du contact et aboutissait à une fissuration, à une fracture.

Je ne parle pas des os plats qui, de tout temps, ont pu être perforés, mais surtout anciennement et aujourd'hui; à la période intermédiaire, les perforations de ces os étaient plus souvent compliquées de fissures étendues et de fractures; cela est surtout vrai pour les côtes.

Fractures proprement dites. — *Fractures simples.* — Ces fractures, dont nous avons reconnu deux types, la fracture transversale ou oblique par flexion et la fracture spirale par torsion, constituent des lésions qui ne peuvent relever que d'un traumatisme peu énergique et nous pouvons en dire à peu près ce que nous avons dit pour les contusions. En dehors des contacts tangentiels ce ne sont que des projectiles animés d'une force vive très faible, soit par le fait du peu de puissance de l'arme, soit par le fait de la perte de force par un premier contact ou par ricochet, qui peuvent les produire. Il en résulte que, tandis qu'autrefois on devait en observer assez fréquemment, leur nom-

bre a diminué au temps des armes de 10 mm. et a dû considérablement s'atténuer encore. Ce ne sont plus que des exceptions rares.

Fractures comminutives. — Quant aux lésions des os de toutes les plus fréquentes et de beaucoup — les fractures comminutives — ce que je vous ai dit en les décrivant vous permet de deviner ce qu'il en a été pour elles autrefois et ce qu'il en est actuellement :

Dans la première période, prédominance des types les moins comminutifs; dans la seconde, mélange des types à grandes esquilles, des types plus comminutifs et des types explosifs, l'une ou l'autre de ces trois formes l'emportant suivant le calibre des armes et la distance de tir; à cette période, la distance à laquelle les fractures des diaphyses avec phénomènes explosifs pouvaient se produire s'étendait pour notre Vetterli de 10,4 mm. jusqu'à 400 m.. Pendant cette même période, comme je vous l'ai dit, l'étendue du foyer osseux et les dimensions de l'orifice cutané de sortie étaient considérables.

On peut affirmer, avec de nombreuses preuves expérimentales et cliniques à l'appui, que la réduction du calibre et l'adoption des projectiles cuirassés ont amené, en ce qui concerne les fractures comminutives, un changement favorable; cela est d'autant plus important que ces fractures forment l'immense majorité des lésions des os longs.

Makin's, en examinant dans la belle collection de Mac Cormak les pièces recueillies pendant la guerre franco-allemande, a été frappé de voir combien elles diffèrent de ce que l'on voit aujourd'hui et de ce qu'il a observé lui-même au Transvaal; dans les fractures de la collection de Mac Cormak les esquilles sont beaucoup plus grandes, des fissures parties du foyer principal s'étendent au loin et l'on ne trouve pas la comminution en petites esquilles habituelle de nos jours; c'est du reste ce que confirme tout

ce que j'ai vu moi-même et tout ce qui ressort des publications faites sur les dernières guerres.

En résumé : réduction de la grandeur du foyer, comminution plus intense, diminution des lésions étendues au-delà du foyer proprement dit, en un mot lésions plus circonscrites, tel est le résultat de la transformation moderne des armes.

Ce qui est vrai des os l'est aussi des parties molles lésées dans les fractures, des orifices et du trajet; les orifices sont petits, même à la sortie, le foyer au-delà de l'os a des dimensions de beaucoup inférieures à ce qu'elles étaient dans la période précédente.

Si nous passons maintenant aux *fractures avec explosion,* nous savons qu'à de très courtes distances les balles rondes pouvaient les produire, mais il est évident que c'était une rare exception.

C'est pendant la période des armes de 10 mm. que les phénomènes explosifs sont devenus fréquents et ont été remarqués, c'est alors que l'on a vu ces énormes délabrements que peuvent effectuer les balles de calibre moyen, en métal déformable, douées d'une force vive considérable, ou les balles dum-dum, plus petites mais déformables aussi et animées d'une force vive encore supérieure.

Que voyons-nous sous ce rapport aves les armes de calibre réduit et les balles cuirassées ? Tous les faits expérimentaux et toutes les observations faites dans les dernières guerres concordent et nous permettent de dire : avec ces armes, les effets explosifs ne se produisent que dans les coups à très courte distance et même alors l'étendue des lésions et leur intensité sont notablement réduites. Non seulement le foyer osseux est plus circonscrit, mais les lésions des parties molles, le foyer au-delà de l'os, l'orifice de sortie à la peau ne sont en rien comparables à ce que nous avons vu en 1870 par exemple. Cela est absolument vrai pour les membres, mais est moins exact pour le

crâne et nous ne pouvons nous en étonner; c'est au crâne que nous avons vu se produire l'explosion le plus facilement et le plus violemment, et s'il y a diminution des effets, ceux-ci sont néanmoins encore extrêmement intenses.

LÉSIONS DES ARTICULATIONS

Les lésions articulaires doivent être divisées en deux groupes suivant que les parties molles, synoviale et ligaments, sont seules intéressées ou que les os ou le cartilage le sont aussi.

Le premier groupe constitue ce qu'on appelle les *plaies capsulaires*. La capsule articulaire et la synoviale qui la tapisse, s'étendent, vous le savez, dans quelques articulations, au-delà de la jointure elle-même, dans les parties molles où elles forment un cul-de-sac; on comprend que dans ces conditions un projectile puisse traverser ces culs-de sac synoviaux sans toucher les os; cette variété n'a été observée, à ma connaissance du moins, qu'au genou. Mais il est une autre variété de plaies capsulaires dans laquelle le projectile a traversé la jointure entre les surfaces cartilagineuses sans les léser grossièrement, si l'on peut dire, en tous cas sans fracturer les os qu'ils revêtent; c'est encore au genou que ce genre de lésion a été le plus souvent rencontré. Pendant la guerre de 1870-71, on vit assez fréquemment des plaies du genou guérir sans accident quoique la situation des deux orifices, l'un au niveau du tendon rotulien et l'autre dans le creux poplité, indiquât un séton articulaire; les chirurgiens, habitués à voir à cette époque toutes les plaies articulaires mal tourner, se demandèrent

si, au lieu d'une pénétration de la jointure, ils n'avaient pas eu affaire à une plaie en contour. Cela paraissait bien peu probable puisque les balles rondes seules sont capables de se laisser dévier par de faibles résistances et par conséquent d'effectuer les plaies en contour; c'est alors que Simon de Heidelberg montra que la balle du fusil à aiguille, supérieure en diamètre à celle du Chassepot, peut traverser l'articulation du genou en passant entre les surfaces articulaires sans les léser, peut-être en les écartant momentanément, à condition que ce genou se trouve en position demi-fléchie; le projectile suit le trajet qui va du tendon rotulien au creux poplité. Une figure de Socin montre un genou traversé de cette façon par une tige du diamètre du langblei. Il est clair que cette singulière blessure, possible avec la balle prussienne, l'est à plus forte raison avec celle du Chassepot et l'est bien plus encore avec nos balles de calibre réduit. A part le genou, je ne connais que deux cas, publiés par Langenbeck, pour d'autres articulations. Ces deux faits, observés pendant la guerre des Duchés, concernent l'articulation de l'épaule; la tête de l'humérus réséquée était intacte.

Le second groupe de plaies articulaires comprend toutes celles où les os sont intéressés et il y en a un assez grand nombre de variétés que nous allons énumérer.

Le projectile peut pénétrer directement l'articulation en fracturant l'extrémité des os et les éventualités possibles sont les suivantes :

a) Le projectile atteint l'une ou l'autre des épiphyses ou toutes deux et y donne lieu à la production des lésions variées que je vous ai fait connaître, sillon ou gouttière, séton, séparation de l'épiphyse, fractures à grandes ou à petites esquilles, le tout en pleine jointure; dans les articulations où une partie de la diaphyse est contenue dans la capsule, comme c'est le cas pour l'extrémité supérieure du fémur, nous pouvons voir cette partie traversée par un

séton ou brisée comminutivement et vous vous souvenez que dans ce cas la fissuration affecte les formes typiques des fractures diaphysaires et que les fissures s'étendent du côté de la surface articulaire et du côté opposé.

b) Nous avons ensuite les lésions, en quelque sorte indirectes, des articulations; ce sont celles qui sont dues à la propagation des fissures provenant d'une fracture diaphysaire dont le foyer se trouve à une distance plus ou moins grande de la jointure; ici, deux cas sont possibles, ou bien les fissures se propagent à l'épiphyse ou bien à une partie intra-articulaire de la diaphyse, ce qui est fréquent. Les fissures propagées sont plus ou moins nombreuses et béantes; le périoste est déchiré; si au contraire il a résisté, il peut jouer le rôle de barrière protectrice, surtout s'il n'y a pas d'infection surajoutée.

L'hémarthrose, qui ne manque pas de se produire quand la pénétration est complète, vient en aide au diagnostic dans les cas difficiles ou douteux de ce genre.

Les plaies d'entrée et de sortie cutanées des blessures articulaires ne présentent pas de caractères spéciaux à part l'issue de synovie mélangée au sang; quant au trajet qui n'a quelque étendue que dans les articulations entourées de parties molles épaisses, comme l'épaule ou la hanche, il présente des dispositions analogues à celles que je vous ai décrites à propos des fractures.

Je serai bref sur la comparaison entre les blessures articulaires dues aux armes de guerre à leurs différentes périodes, puisque la plupart de ses termes vous sont déjà connus par ce que je vous ai dit relativement aux fractures des extrémités des os longs· Ici comme dans toutes les lésions, les anciennes étaient plus diffuses, les actuelles sont plus circonscrites, à la fois réduites en étendue et en intensité; les formes prédominantes aujourd'hui, sont, en dehors des plaies capsulaires, les sétons et les fractures épiphysaires plus ou moins comminutives, tandis que

les pénétrations articulaires par propagation de fissures diaphysaires sont devenues plus rares, puisque, comme nous l'avons vu, le foyer osseux dans ces fractures est moins grand et que les fissures ne s'étendent plus aussi loin que jadis.

Les orifices cutanés sont, sauf exceptions rares, très petits, celui de sortie linéaire et le foyer de parties molles très réduit. Nous verrons plus tard combien le pronostic des plaies articulaires, si graves anciennement, a été profondément modifié par l'adoption des nouvelles armes.

LÉSIONS DES VISCÈRES

LÉSIONS DE L'ENCÉPHALE

Nous ne pouvons songer à décrire les lésions des centres nerveux encéphaliques dans leurs détails, cette étude est à l'heure actuelle ébauchée et je vous engage à lire le beau livre de Nimier sur ce sujet.

La substance cérébrale est délicate et, de plus, il faut tenir compte du retentissement qu'ont, sur la diffusion des lésions intimes, la présence du liquide céphalorachidien et celle du sang qui remplit les vaisseaux; l'augmentation de pression du liquide des ventricules est capable de déterminer des désordres bien loin de la partie directement atteinte, les hémorragies, soit intracérébrales, soit méningées, exercent sur la pulpe cérébrale une pression qui altère les éléments nobles. Nous pouvons donc prévoir que les altérations matérielles et les désordres fonctionnels seront ordinairement hors de proportion avec ce que pourrait faire supposer une lésion en apparence circonscrite.

Si nous nous en tenons à l'examen macroscopique, nous

pouvons dire que les altérations vont en décroissant à mesure que la distance de tir augmente; à courte distance, le crâne éclate et la substance cérébrale est projetée au dehors ou, si les téguments ont résisté, elle est complètement désorganisée. Les clichés cinématographiques obtenus par Nimier montrent que la forme du crâne est, pendant la traversée du projectile profondément modifiée et que la pulpe est projetée d'abord à l'orifice d'entrée, puis à celui de sortie. Si la distance augmente, aux fractures comminutives mais sans explosion correspondent encore des lésions étendues et profondes du cerveau; après un coup à une distance plus grande encore, la destruction correspondant à un séton simple du crâne pourra être en apparence et grossièrement limitée à un trajet simple, à un séton de la substance cérébrale; mais il faut toujours tenir compte de la propagation de mouvement imprimée soit au liquide céphalorachidien, soit au cerveau lui-même, et de la possibilité de contusions indirectes du côté de la base dans un coup de la calotte et réciproquement. Dans tous les cas, le blessé est exposé à des troubles fonctionnels étendus, plus étendus que ne le ferait supposer la limitation des lésions du trajet lui-même.

LÉSIONS DE LA POITRINE, CŒUR ET POUMONS

1° *Lésions du cœur.* — Le cœur, par le fait de son contenu liquide, est un organe dans lequel les coups de feu aux courtes distances donnent lieu à des blessures explosives, à condition que le projectile traverse la cavité remplie de sang; nous trouvons alors un orifice de sortie largement ouvert et déchiré, et un orifice d'entrée assez souvent agrandi et irrégulier. Si au contraire la paroi seule a été traversée, ou si le ventricule a été atteint à

la période de contraction, par conséquent vide de sang, nous trouvons un orifice d'entrée arrondi, régulier, inférieur au diamètre de la balle et d'autant plus inférieur à ce diamètre que la distance est plus grande, enfin une déchirure souvent étoilée à la sortie avec un trajet de dimensions minimes comme dans les muscles en général.

2° *Lésions des poumons.* — Le tissu pulmonaire est éminemment élastique par le fait de sa texture et par le fait de la présence de l'air dans ses alvéoles; cela suffit pour nous faire penser que les plaies de ces organes doivent présenter des diamètres minimes; c'est ce que montrent les faits. Dans tous les cas expérimentaux et dans quelques pièces de suicide ou de meurtre par coups de feu de la poitrine, nous avons trouvé les deux orifices d'entrée et de sortie ainsi que le trajet de dimensions très inférieures au diamètre du projectile. Von Coler a donné les chiffres suivants :

A 100 m., entrée 4 à 9 mm. Sortie 4 à 10 mm.

A 2000 m., entrée 3 à 6 et 8 mm. Sortie 3, 6, 8 et 10 mm.

Comme vous le voyez, ces dimensions sont sujettes à varier dans des limites assez étendues et nous ne pouvons, pour ces plaies pulmonaires expérimentales, dresser une échelle régulière de décroissance en raison inverse de la distance; nous ne pouvons contrôler les résultats expérimentaux par des autopsies, car presque tous les blessés guérissent quand le poumon seul est atteint et dans les cas de mort par lésion cardiaque, par exemple, l'attention est bien plus attirée par l'examen du cœur que par celle du poumon. Il y a donc là une lacune à combler.

LÉSIONS DE L'ABDOMEN

Glandes abdominales. Foie, rate, reins. — Je réunis l'étude des lésions de ces trois organes, qui présentent des conditions anatomiques analogues; tous trois sont, à des

degrés différents, formés d'un tissu fragile, quoique plus ou moins ferme, et ce tissu est enveloppé par une membrane fibreuse résistante et élastique; dans tous trois encore, une assez forte proportion de liquide entre dans la constitution du parenchyme.

Les caractères communs aux plaies par coups de feu de ces glandes sont les suivants : la plaie d'entrée présente une perte de substance arrondie si le projectile a atteint l'organe perpendiculairement à sa surface, mais cette perte de substance n'est pas simple, elle est combinée avec des fissures rayonnées qui en partent et lui donnent une forme étoilée; ces fissures sont assez étendues puisqu'à 800 m. von Coler leur a trouvé une longueur de 7 cm. Un second caractère commun, c'est que le trajet présente dans ces organes la forme d'un entonnoir élargi du côté de la sortie; la plaie de sortie est de dimensions notablement supérieures à celles de la plaie d'entrée, elle est étoilée comme elle et les fissures y sont plus longues encore.

Aux courtes distances, les projectiles donnent lieu à une explosion plus ou moins accusée. Dans le foie en particulier, les désordres peuvent être effrayants, la plaie d'entrée est de grandes dimensions avec de longues et profondes fissures, le trajet est un énorme cratère plus ou moins rempli de bouillie hépatique; si on chasse cette pulpe par un courant d'eau, on voit alors flotter contre les parois de l'excavation des filaments formés par les parties fibreuses plus résistantes, effilochées en longues franges; la plaie de sortie est encore plus vaste et plus irrégulière que celle d'entrée. Aux courtes distances, à 100 m., par exemple, il n'est plus possible de reconnaître de véritables orifices; à 450 m., von Coler a trouvé un orifice d'entrée de 40 mm. de même que celui de sortie; à 700 m., entrée de 10 mm., sortie de 70 mm; à 2000 m., entrée de 10 mm. : 35 mm. et sortie de 20 mm. : 30 mm. En résumé, les orifices dépassent notablement le diamètre du projectile, et le trajet

s'évase en cône renversé. Dans les sillons de la surface du foie, les désordres sont également étendus.

Les lésions de la rate et des reins sont analogues, avec des différences tenant à la consistance plus ou moins ferme de ces organes; leur volume relativement faible fait que dans les plaies explosives ils sont susceptibles d'être divisés dans toute leur épaisseur et séparés en fragments.

Lésions du tube digestif dans sa partie abdominale.

Les conditions physiques des différentes parties du tube digestif sont extrêmement variables et elles peuvent se trouver associées de différentes façons, de sorte qu'il est absolument impossible de classer les lésions en catégories correspondant aux variations des qualités du projectile qui les atteint.

Le renflement stomacal, avec ses parois relativement épaisses, peut être plein d'aliments plus ou moins digérés ou au contraire vide; dans l'intestin grêle peuvent se trouver des matières liquides, demi-liquides ou gazeuses en proportions éminemment variables; ses anses sont mobiles; dans le gros intestin, mêmes variations dans la quantité du contenu plus ou moins solide ou au contraire mou ou même liquide, dans son mélange avec des gaz; ses anses sont plus fixes, moins mobiles, mais encore à des degrés différents, suivant que l'on considère les colons ascendants et descendants ou bien l'anse sigmoïde et le colon transverse.

Ajoutons que les expériences cadavériques ne peuvent nous fournir aucun renseignement précis, l'intestin inerte, souvent affaissé et flasque du cadavre n'étant en aucune façon comparable à l'intestin vivant, gonflé de gaz, animé

de mouvements, irrigué par ses vaisseaux. Nous devons donc tenir compte surtout des autopsies et encore plus des examens *in vivo* pendant les laparatomies; mais celles-ci ne sont pas souvent pratiquées en temps de guerre et les documents de ce genre sont rares.

Une première question se pose : une balle de petit calibre peut-elle traverser l'abdomen sans léser le tube digestif ? Le nombre assez grand de plaies pénétrantes de l'abdomen qui guérissent sans réaction péritonéale ferait supposer que cette éventualité est fréquente, si nous ne savions pas de façon absolument certaine que ces guérisons ne prouvent en aucune manière l'absence de lésions intestinales.

Sur le cadavre, une balle peut traverser l'abdomen sans perforer, sans même léser aucune anse; von Coler a observé un cas de ce genre et nous en avons vu un autre dans nos propres expériences; cette variété de plaie pénétrante est donc possible mais rare. Quant aux faits cliniques, je n'en connais pas de positifs; Makins pense, pour différentes raisons, que l'intestin grêle peut et doit assez fréquemment échapper bien que se trouvant sur le trajet du projectile; il a vu dans un cas des ecchymoses le long du viscère non ouvert, et plusieurs autres faits observés par lui seraient en faveur de cette supposition; en tout cas, cette variété de blessure ne peut être qu'exceptionnelle. Il serait dangereux d'en tenir trop de compte au point de vue des indications opératoires.

Lorsque l'intestin est touché, il peut être atteint tangentiellement, et alors, ou bien c'est un simple sillon qui emporte une plus ou moins longue et plus ou moins large bande de la séreuse seule ou de la séreuse et de la musculeuse, mais sans ouvrir la cavité, ou bien le sillon, plus profond, détruit toute l'épaisseur de la paroi; dans les deux cas, c'est la séreuse qui souffre la plus forte perte de substance et l'examen direct montre que le sang s'est infil-

tré en donnant lieu à une ecchymose sous-séreuse et qu'il y a en même temps une hémorragie dans la cavité du viscère.

Lorsque le projectile a atteint le tube intestinal loin de ses bords et perpendiculairement à sa surface, on peut voir celui-ci perforé de part en part, il y a deux orifices, l'un d'entrée et l'autre de sortie; on comprend que dans ces cas les orifices peuvent présenter des formes et des dimensions absolues et relatives variables; si la partie atteinte est vide ou remplie de matières solides ou demi-liquides, les effets sont tout autres qui si le contenu est liquide et, dans ce dernier cas, il faut encore tenir compte de la façon dont ce liquide a pu plus ou mois facilement se mobiliser et s'échapper de l'anse touchée.

L'expérimentation a montré que la présence de liquide, même pour des distances de tir assez considérables, modifie notablement les résultats; von Coler a trouvé sur un estomac rempli d'eau et tiré à 700 m. avec l'arme de 8 mm. une ouverture d'entrée de 35 mm., une ouverture de sortie de 45 mm. et sur toute la surface interne des déchirures de la muqueuse; au contraire, sur un estomac vide tiré à 600 m., l'ouverture d'entrée ne mesurait que 10 mm. et celle de sortie 11 mm.; toutes deux étaient arrondies et il n'y avait pas d'autre lésion. Lorsque l'intestin ou l'estomac sont vides, les plaies sont régulières et rondes, lorsqu'ils sont remplis de liquide, elles sont irrégulières et de plus grandes dimensions; les déchirures à distance de la muqueuse sont évidemment dues à une distension brusque et se font de dedans en dehors.

On ne peut pas formuler de règles relativement à l'étendue des lésions dans les différentes couches de la paroi intestinale; si en général, dans les sillons, la séreuse est intéressée dans une plus grande étendue que les autres tuniques, il n'en est pas toujours ainsi dans les perforations, et le contraire a été observé; d'autres fois, enfin, on ne

peut pas constater de différence dans l'étendue des lésions des différentes tuniques.

Il va de soi que nos balles produisent en général des désordres moins considérables que les anciens projectiles. Si l'abdomen peut être traversé sans qu'aucune anse soit ouverte, il est bien plus fréquent de voir, au contraire, non seulement une anse atteinte, mais plusieurs à la fois; le nombre des anses atteintes paraît surtout être grand dans les coups transversaux d'un flanc à l'autre, et il n'est pas rare de trouver alors huit plaies de l'intestin et même davantage pour une seule blessure.

Outre les anses intestinales ou l'estomac, les balles qui traversent le ventre lésent fréquemment les artères et les veines du mésentère ou les gros troncs vasculaires; vous savez que les hémorragies intrapéritonéales sont de la plus haute gravité parce que l'hémostase spontanée ne s'y produit pas.

Les perforations du tube digestif ne seraient pas en elles-mêmes particulièrement dangereuses et leur réparation serait aisée si elles n'étaient compliquées de l'issue du contenu dans le péritoine. Cette issue est-elle fatale d'abord, et ensuite, crée-t-elle toujours les mêmes dangers ?

On ne peut guère supposer qu'un projectile qui a traversé de part en part le tube intestinal n'ait pas, par cela même, contaminé le péritoine à sa sortie; il est évident que cette contamination est plus facile si l'intestin est plein que s'il est vide, si le malade vient de manger et de boire que s'il est à jeun depuis longtemps; mais nous savons qu'il est impossible d'obtenir une vacuité réelle malgré le jeûne, les purgatifs ou les lavements et il est certain que l'asepsie du trajet doit être une exception singulièrement rare.

La cause la plus sérieuse de contamination est évidemment la pénétration dans le péritoine à travers la plaie

des matières contenues dans l'intestin; cette pénétration me paraît également fatale. Si la plaie est petite, elle peut, il est vrai, être obturée en apparence par la hernie de la muqueuse; mais la muqueuse herniée est forcément elle-même réceptacle de microbes et elle va ensemencer par son contact le péritoine voisin, et puis ce bouchon muqueux est canaliculé et enfin le plus souvent la plaie est trop étendue pour qu'il l'obture complètement, même en apparence. Je suis donc convaincu que l'asepsie secondaire est, aussi bien que l'asepsie primitive, une exception des plus rares.

Cependant, il est avéré que la guérison peut se faire sans accidents, d'où je suis amené à penser que la dose des matériaux infectieux venus au contact de la séreuse joue un rôle des plus importants à ce point de vue. Les conditions qui diminuent la quantité des matières épanchées hors de l'intestin soit primitivement, soit secondairement, sont donc des plus utiles à étudier. Voici ces conditions d'après les auteurs : ce sont, en premier lieu, les dimensions des plaies; actuellement elles sont très inférieures à ce qu'elles étaient autrefois; en second lieu, le contact intime de l'anse lésée soit avec la paroi, soit avec une anse voisine; ce contact facilite l'enkystement de l'épanchement; en troisième lieu, le peu de mobilité de l'intestin; l'intestin grêle mobile sème l'infection de place en place, ce que ne font pas les parties fixes comme les colons ascendant ou descendant.

On voit que les conditions qui peuvent diminuer et limiter l'infection péritonéale sont des plus complexes. Il est certain cependant que leur action peut être efficace et que la guérison peut se faire; nous en sommes moins étonnés que jadis parce que nous connaissons mieux les moyens de défense de l'organisme et ceux du péritoine en particulier.

Lésions de la vessie.

La vessie présente, comme les réservoirs de liquide, des lésions tout à fait différentes suivant qu'elle est vide ou remplie d'urine; pleine, elle éclate, et, comme dans l'estomac plein de liquide, des déchirures se font de dedans en dehors; vide, elle est perforée, et les orifices sont réguliers et de petites dimensions. Si la vessie est pleine, son contenu se répand au dehors et il n'est pas indifférent alors que la plaie soit intrapéritonéale ou non; bien que l'urine d'un homme sain soit aseptique, elle peut très bien devenir un milieu de culture pour les organismes venus des anses voisines et qui bientôt traversent leurs parois. Mais les plaies extrapéritonéales sont, d'après Makins, encore plus graves que les autres, si graves qu'il n'en a vu aucune guérir; on comprend le danger de l'infiltration d'urine dans le tissu cellulaire sous-péritonéal.

CHAPITRE III

MARCHE, DIAGNOSTIC ET PRONOSTIC

MARCHE

Autrefois, l'immense majorité des plaies par balles de guerre suppuraient et les complications septiques emportaient une proportion énorme de blessés; la septicémie, la pyoémie, les hémorragies secondaires, les gangrènes septiques menaçaient les malheureux relevés encore vivants du champ de bataille, et ceux qui en réchappaient étaient encore guettés par les suppurations prolongées et leurs conséquences, par l'ostéomyélite, la nécrose, les ankyloses, les complications tardives de l'infection des viscères ou des séreuses, trop heureux s'ils conservaient la vie au prix de mutilations ou d'impotences graves. L'infection était la cause de beaucoup la plus fréquente de leur triste sort.

De loin en loin, cependant, quelques-uns de ces blessés guérissaient sans avoir passé par ces complications infectieuses, et les chirurgiens d'attribuer leur guérison à telle ou telle méthode thérapeutique qui, pendant quelque temps, était donnée comme la panacée sans laquelle point de salut.

Lors de la guerre de 1870-71, ces cas de guérison sans accidents sont devenus plus fréquents, ils ont mieux appelé l'attention et l'on s'est peu à peu convaincu que ces

guérisons n'étaient point le fait de la thérapeutique adoptée mais au contraire qu'elles s'observaient surtout chez les blessés peu ou pas du tout traités et surtout chez ceux qui avaient échappé aux explorations digitales ou instrumentales de mise encore à cette époque. Peu à peu éclairés par nos connaissances plus avancées sur les causes de l'infection des plaies, grâce aux notions découlant des immortels travaux de Pasteur et de Lister, les chirurgiens ont été mis sur la voie de la vraie solution du problème.

Quelles sont les causes de l'infection des plaies de guerre ? Comment et quand se produit cette infection ? Telles sont les questions qui se posent; si nous arrivons à les résoudre, nous serons en mesure d'établir les règles de conduite qui nous permettront de l'éviter pour nos blessés, toutes les fois au moins que leur application sera possible.

Nous savons actuellement que les agents des infections sont les microorganismes, que l'infection suppurative est due aux microbes pyogènes; il faut donc chercher d'où proviennent ces microbes, quand et comment ils pénètrent dans les blessures, enfin quelles sont les conditions qui favorisent ou entravent leur développement et leur action nocive une fois qu'ils ont pénétré.

Une plaie par balle peut être contaminée immédiatement au moment de la blessure ou ultérieurement; la *contamination primitive* peut être due au projectile lui-même ou à des projectiles indirects qu'il a entraînés avec lui dans les tissus; la *contamination secondaire* peut être amenée par le contact de la plaie avec les vêtements du blessé, avec le sol, par celui des doigts du blessé lui-même ou de ceux des chirurgiens ou des infirmiers qui l'explorent ou la pansent, et enfin par les objets de pansement qui y sont appliqués.

Nos connaissances actuelles sur l'*infection secondaire* des plaies me dispensent de longs développements sur ce sujet; nous savons parfaitement les dangers du contact

d'une plaie avec les objets extérieurs, toujours porteurs de microorganismes à moins de stérilisation préalable, que ces objets soient les vêtements, le sol, les mains ou les instruments.

Nous nous expliquons aisément que ceux des blessés qui, en 1870-71, ont échappé à la suppuration, fussent justement ceux qui n'avaient été l'objet d'aucune exploration digitale ou instrumentale et d'aucune application des topiques usités à cette époque, charpie, cérat, cataplasmes. J'ai eu l'occasion de voir un cas de ce genre, que je vous raconterai en quelques mots : il s'agissait d'un combattant de la Commune qui fut amené à l'hôpital Beaujon dans le service où j'étais interne; je constatai facilement à la vue une fracture de l'extrémité inférieure du fémur gauche avec dislocation considérable et pénétration des plus probables dans l'articulation; ce blessé se refusa non seulement à l'amputation, mais encore à l'application d'aucun appareil et d'aucun pansement, me menaçant de me casser la tête si je l'approchais; il fut donc abandonné à lui-même et il guérit sans accident, sans suppuration, avec une difformité considérable, il est vrai. Plusieurs cas analogues ont été enregistrés par divers auteurs.

Pourquoi le nombre des cas de ce genre a-t-il à cette époque augmenté assez notablement pour attirer l'attention ? Je ne mets pas en doute que la cause principale doit en être recherchée dans la réduction du calibre des armes; les conséquences de cette réduction sont la diminution du diamètre des plaies, surtout de celle d'entrée, la réduction des dimensions du trajet et la moindre intensité de la désorganisation des tissus; il en résulte une moins grande facilité de l'exploration digitale, si aisée, si tentante avec les grandes plaies d'entrée des anciennes balles, et, d'autre part, de moins favorables conditions de pullulation des microbes et une plus vigoureuse défense de la part des tissus moins maltraités.

Ces guérisons surprenantes de plaies qui n'ont été ni explorées, ni même pansées, s'expliquent aisément par la formation d'une croûte sèche protectrice due à la coagulation du sang, au dessèchement du caillot et à la possibilité de la cicatrisation sous-crustacée; le caillot desséché forme une barrière contre l'envahissement des microbes du dehors, qui ont besoin d'un milieu humide pour pulluler. Il est évident que plus la plaie est petite, moins elle saigne, et plus la formation de la croûte sèche est facile; que moins profondes et étendues sont les désorganisations dans le trajet, plus l'hémorragie s'arrête facilement; et, enfin, comme cela a été démontré, que moins l'attrition est profonde, moins le milieu est favorable à la multiplication des microbes qui ont pu pénétrer. Ces conditions sont encore bien mieux réalisées aujourd'hui, avec nos projectiles, bien plus petits qu'en 1870-71; nous avons vu que non seulement les plaies d'entrée et de sortie qu'elles produisent, mais encore le trajet sont infiniment réduits.

Voyons maintenant quelles sont les causes possibles de l'*infection primitive* des plaies par balles.

A priori, nous devons les rechercher dans le projectile lui-même, dans les projectiles indirects qu'il a pu entraîner, ces projectiles indirects étant, d'une part, des particules des vêtements ou de l'équipement qu'il a pu traverser et les débris du fragment de peau qu'il a broyé; dans les coups de ricochet, les différents objets qu'il a touchés et dont il a pu emporter avec lui des parcelles (sable, terre, cailloux, fragments de bois, etc.), ou enfin, si la balle arrive après avoir touché un premier blessé, avec les particules organiques provenant de ses tissus.

Un grand nombre de chirurgiens militaires et d'expérimentateurs se sont attachés à élucider les multiples problèmes que comportent ces différentes causes de contamination primitive : Messner, Pfuhl, Lagarde et Nimier, Fraenkel, Habart et Faulhaber, Tavel et ses élèves, et bien

d'autres encore ont multiplié les recherches, et je ne puis que vous résumer les résultats auxquels ils sont arrivés, en les discutant, cela va sans dire, et en cherchant à déterminer les conclusions que l'on peut en tirer.

En premier lieu, il fallait savoir si les *projectiles* sont stériles ou non. L'expérimentation a montré qu'en général les balles ne sont pas stériles, que dans les milieux appropriés elles donnent lieu à des cultures, mais que celles-ci ne sont pas ordinairement dues à des microbes pathogènes. D'autre part, ces balles ont pu être accidentellement souillées, par les doigts, par exemple, ou par le fait d'un ricochet, et on doit se demander si la chaleur du canon, si le frottement ne peuvent alors les stériliser; Tavel a montré que des balles artificiellement contaminées avec des cultures microbiennes ne sont pas stérilisées, même après un feu de magasin, tout au plus y a-t-il un léger retard dans le développement des germes lorsque la balle a été contaminée non à sa pointe, mais sur ses surfaces latérales; cette stérilisation relative est probablement mécanique et due au frottement contre le canon; la virulence des microbes n'est pas même atténuée dans ces conditions.

Un fait qui vient à l'appui de ce dernier résultat, c'est l'observation de cas assez nombreux d'infection charbonneuse observés dans la guerre russo-japonaise chez les blessés russes couverts de peaux de mouton; il faut encore citer les cas de tétanos compliquant les plaies de guerre et dus probablement à la contamination par la terre dans les ricochets; Makins en cite un cas survenu au Transvaal à la suite d'une blessure par éclat d'obus.

D'un autre côté, nous avons dans la tolérance possible des tissus pour les projectiles inclus, tolérance déjà connue d'ancienne date, mais plus fréquente de nos jours, la confirmation de ce que j'ai dit tout à l'heure, savoir que les balles, si elles ne sont pas en général stériles, ne sont ordinairement pas porteuses de microbes pathogènes.

Lorsque je faisais pour la première fois ces leçons, j'eus l'occasion de voir un homme qui avait reçu une balle de pistolet dans la région du foie, balle qu'il a gardée depuis lors sans inconvénient; je vous ai déjà parlé d'une balle extraite à l'autopsie d'un homme blessé en 1870 qui l'avait conservée dans le tissu cellulaire de la cuisse jusqu'au moment de sa mort, en 1892, sans en avoir éprouvé le moindre accident; le tissu adipeux qui l'enveloppait était en apparence absolument normal.

Anciennement ces cas de tolérance étaient assez rares et il arrivait fréquemment qu'au bout d'un temps plus ou moins long, quelquefois des années après la blessure, la suppuration se formait autour du corps étranger resté latent jusque-là, se collectait en un abcès à l'ouverture duquel le corps du délit était éliminé ou extrait. Actuellement, d'après tout ce que nous savons, la tolérance définitive est devenue plutôt la règle que l'exception. On comprend l'importance de ce fait au point de vue des indications thérapeutiques.

Si nous passons maintenant aux *projectiles indirects,* ils sont si variés et leurs qualités sont si diverses que nous devons les classer en quelques catégories. Les uns, comme les fragments de verres de lunettes, sont lisses et peu propres à héberger une forte dose de microbes, aussi peuvent-ils être méconnus et séjourner plus ou moins longtemps à l'état latent. Les objets métalliques, les boutons, les pièces de monnaie sont déjà moins réguliers de forme et peuvent recéler plus de germes dans les sillons ou anfractuosités de leurs surfaces, ils sont donc moins innocents.

Beaucoup plus importante à étudier est la contamination par les *débris de vêtements* qui recouvrent la partie blessée; ces vêtements présentent ordinairement au niveau de la plaie d'entrée une perte de substance, quelquefois une simple fente, et ceci dépend, d'une part, de la vitesse du projectile et, de l'autre, des rapports plus ou moins im-

médiats de l'étoffe avec la peau; le tissu peut être plus ou moins flottant ou, au contraire, tendu et appliqué contre les téguments; dans le second cas, il y aura perte de substance, tandis que dans le premier elle peut ne pas exister. Anciennement il n'était pas rare de trouver dans les plaies par balles de grands morceaux d'étoffe, ils mesuraient parfois plusieurs centimètres de longueur, mais qui plus est, on pouvait y découvrir ce que Delorme appelle un *gâteau vestimentaire* composé de plusieurs fragments superposés de la chemise, du gilet, de la capote, etc. Bornhaupt, dans ses publications sur la guerre russo-turque, dit expressément que tout chirurgien qui a examiné de près des balles de plomb extraites des blessures de guerre sait que, presque sans exception, on y trouve des débris des vêtements du soldat.

D'après ce que je connais des dernières guerres et d'après l'examen de nombreuses blessures expérimentales il me paraît certain que, de nos jours, avec nos balles, on ne trouve plus, sauf dans de rares occasions, des lambeaux d'étoffe dans les plaies, encore moins le gâteau vestimentaire de Delorme. Mais, d'un autre côté, il ne me paraît pas douteux que nos balles n'entraînent souvent avec elles de minces débris, de menus filaments d'étoffe; Tavel et von Coler sont de cet avis et l'examen des blessures expérimentales m'a montré que *presque toujours* on peut rencontrer de ces débris dans les coups dus à notre balle d'ordonnance. La fréquence du fait est évaluée par von Coler à 12 % dans les coups des parties molles à 700 m.; il avait eu soin, pour cette évaluation, de revêtir les cadavres d'une étoffe noire. Il est possible que la différence entre la fréquence indiquée par von Coler et celle bien plus grande que j'ai observée moi-même s'explique par la différence des armes; peut-être aussi la toile noire (Leinwand) employée par von Coler se laisse-t-elle moins facilement fragmenter que les capotes de drap dont les

cadavres servant à nos expériences étaient revêtus. Dans tous les cas, il me paraît hors de doute que très fréquemment la plaie renferme des filaments vestimentaires, quelquefois de petits fragments de quelques millimètres, mais jamais ou extrêmement rarement de grands lambeaux. Ces débris se trouvent généralement dans les parties où le projectile a rencontré un plan plus résistant, où sa marche a pu se trouver légèrement ralentie et où son frottement a été plus intense, c'est-à-dire avant les aponévroses, à l'entrée dans l'os et enfin dans la poche de Pirogof avant la sortie.

Un fait qui nous a été révélé par les expérimentateurs, c'est que ces corps étrangers non seulement s'arrêtent dans différents points du trajet, mais qu'ils sont projetés dans l'épaisseur des tissus et ne restent pas confinés à leur surface. Tavel a remarqué, dans ses expériences de tir sur des boîtes remplies de gélatine, qu'il se produit tout autour du trajet des fissures où sont projetées les particules d'étoffe. Karlinsky a fait l'expérience suivante : il tire à travers les épaules d'un chien revêtu d'une étoffe verte une balle de 6 mm. à 200 m. et il trouve à l'autopsie des particules de l'étoffe jusqu'à trois centimètres du trajet dans le poumon. Enfin, le docteur Koller tire une balle animée d'une vitesse initiale de 300 m. ou de 600 m. et dont la pointe a été enduite de charbon finement pulvérisé et il trouve des particules de ce charbon non seulement dans le trajet mais encore dans les interstices musculaires jusqu'à un demi-centimètre de distance; ceci prouverait, dit Tavel, que le tissu musculaire ne se comporte pas autrement que la gélatine à l'égard de particules fines comme celles de charbon, et comme évidemment les microbes.

Une dernière question se pose : Ces débris vestimentaires sont-ils ou non porteurs de microbes, et, si la réponse est affirmative, ces microbes sont-ils pathogènes ? Fraenkel et Pfuhl avaient conclu négativement à la suite de leurs

recherches; ils pensaient que ces organismes ne sont pas pathogènes et que l'implantation de fragments de vêtements dans les tissus n'y amène pas d'infection. Cela paraissait bien étonnant, et, en effet, le docteur Schwarzenbach est arrivé à la conclusion inverse; il a examiné des fragments des vêtements de soldats en service depuis quelques semaines et ses expériences lui ont montré que souvent ils renferment soit des staphylocoques, soit des colibacilles. En campagne, il doit, à plus forte raison, en être ainsi.

Il est donc certain qu'un bon nombre de plaies par balles de guerre sont immédiatement contaminées par les débris vestimentaires; il ne faudrait pas en conclure, comme paraît le faire Tavel, que les plaies qui ne suppurent pas en sont exemptes.

D'ailleurs si, par exception, — je suis convaincu que presque toutes les plaies de guerre en renferment — aucun débri de vêtement n'a pénétré bien que la blessure siège sur une partie couverte, ou si c'est une partie nue qui a été atteinte, comme les mains ou la face, la plaie n'en est pas moins forcément contaminée par les microorganismes que recèle la peau du blessé; à la plaie d'entrée, les téguments ont subi une perte de substance et le fragment broyé a dû certainement être projeté plus ou moins profondément dans le trajet; or nous savons trop combien il est difficile de stériliser la peau et quelle riche flore microbienne se trouve à sa surface et dans son épaisseur même, nous savons trop bien que ces microbes sont loin d'être innocents pour douter que ce fragment broyé en renferme des milliers, qu'ils pénètrent avec lui et qu'ils sont pathogènes; il est donc des plus certain que, de leur fait, la plaie est fatalement contaminée. Il n'est pas moins hors de toute contestation possible que, malgré cette cause fatale de pénétration microbienne, un bon nombre de plaies par balles de guerre ne suppurent pas et guérissent

avec la plus grande simplicité, à condition qu'elles ne soient pas infectées secondairement. Ce ne sont pas, du reste, les plaies de guerre seules qui peuvent évoluer sans suppuration, bien qu'un fragment de peau non stérilisée y ait pénétré; je vous rappelle les kystes épidermiques des doigts ou de la main et ceux de l'œil dus à une implantation accidentelle de tégument; dans ces cas la peau incluse était certainement chargée de microbes pathogènes, il ne s'est produit pourtant aucune inflammation suppurative éliminatrice.

Le nombre des microbes renfermés dans la peau varie dans d'assez fortes proportions suivant les régions, mais il est partout considérable. Remlinger a calculé que sur un centimètre carré de peau ce nombre est en moyenne à la face de 4790, à la main de 57960 et au périnée de 172000; on peut donc s'attendre à ce que dans certaines régions les débris tégumentaires chassés dans la plaie allument plus facilement que dans d'autres l'inflammation suppurative; c'est bien ce qui se vérifie. Dans les blessures du périnée, de l'aine, par exemple, la suppuration est presque constante.

En ce qui concerne les muqueuses, l'expérience de la chirurgie civile peut nous faire prévoir que les plaies intéressant la plupart d'entre elles risqueront fort d'être infectées d'une façon grave par les microbes qui y pullulent; il en est ainsi de celles qui atteignent les muqueuses du tube digestif, de la bouche à l'anus; il en est de même de celles des parties supérieures des voies respiratoires, larynx et trachée. Le contraire s'observe pour les plaies des poumons; nous savons que le poumon et les bronches saines sont aseptiques et cela nous explique la bénignité des plaies pulmonaires par armes à feu.

Quant aux voies urinaires, les conditions sont complexes; lorsque la vessie saine est perforée et que l'urine s'épanche soit dans la séreuse, soit dans le tissu cellu-

laire, elle ne produit aucune infection par elle-même, mais il se peut que, ultérieurement, le voisinage du foyer avec le tube digestif amène une émigration de microbes; et si la plaie suppure, ce n'est pas du fait de l'urine aseptique, mais bien de ces organismes émigrés.

De ce que nous venons de voir, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° *Les plaies par balles sont forcément infectées par l'introduction des microbes de la peau.*

2° *Elles le sont fréquemment par les microbes contenus dans les débris vestimentaires et qui pénètrent presque toujours dans la plaie.*

3° *Le projectile lui-même ne paraît jouer ordinairement qu'un rôle secondaire; il peut cependant parfois ensemencer la plaie avec certains microbes (charbon, tétanos).*

4° *Une plaie par balle ne peut donc jamais être aseptique.*

5° *Malgré ce défaut d'asepsie, les plaies par balles sont susceptibles de guérir sans accidents infectieux.*

Cette contradiction apparente s'explique par le fait bien connu que l'organisme sain est armé pour combattre et détruire les microorganismes qui l'ont pénétré, à condition que le nombre et la virulence de ceux-ci ne soit pas trop grands. Nous pouvons donc dire que si l'infection suppurative ne se produit pas, c'est que la quantité et la virulence des microbes qui ont pénétré dans les tissus sont telles que la phagocytose est suffisante pour détruire.

Nous avons une preuve de la justesse de notre raisonnement dans les faits bien connus de suppurations presque inévitables dans certaines régions très riches en microbes comme le périnée, la bouche, le pharynx, etc.

A côté de la dose de microbes, il est un autre facteur qui doit jouer un rôle aussi; je veux parler du *terrain*. Pour que le germe se développe, il faut que le terrain lui soit favorable. Différents points sont à considérer sous ce

rapport. Tavel a démontré expérimentalement que la nature du traumatisme effectué par les projectiles crée précisément des conditions plus favorables à la pullulation microbienne que les plaies par instruments coupants; il soutient avec Kocher que les corps étrangers inclus sont également une cause favorisante. Je n'en disconviens pas et j'estime qu'il faut tenir compte de ces facteurs, mais j'ajoute que malgré ces conditions qui sembleraient rendre les accidents presque inévitables les ressources de l'organisme sont assez fortes pour amener la guérison.

N'oublions pas les causes générales qui peuvent diminuer la puissance défensive de l'organisme, la fatigue, le froid, l'alimentation souvent défectueuse, enfin la dépression morale chez le vaincu, à laquelle les anciens chirurgiens faisaient jouer un grand rôle dans les désastres chirurgicaux d'alors. Devons-nous tenir compte de ce dernier facteur ?

Il est vraiment bien difficile de dire si les accidents des plaies chez le vaincu sont dus à sa dépression morale ou bien au désarroi général qui nécessairement a sa répercussion dans la thérapeutique chirurgicale comme dans tous les services. Les résultats obtenus par les Anglais sur les blessés Boers et par les Japonais sur les Russes semblent indiquer que ce facteur moral peut être sans effet et ne diminuer en rien le chiffre des guérisons.

Quant aux infections secondaires, leurs causes et les moyens de les prévenir sont en campagne les mêmes que dans la pratique ordinaire et, si les conditions matérielles en rendent l'application en temps de guerre plus difficile, nous savons qu'heureusement de grands progrès ont été faits dans cette direction. La recherche de toutes les améliorations possibles dans ce domaine doit être notre préoccupation constante.

DIAGNOSTIC

Autrefois le diagnostic des plaies par balles pouvait être fort difficile; ce diagnostic doit avoir pour but de déterminer quelles sont les parties atteintes par le projectile et quelles sont leurs lésions.

A l'époque des armes primitives, on savait que les trajets n'étaient pas toujours directs, que, par conséquent, des organes placés en dehors de la ligne droite réunissant les deux orifices avaient pu être atteints; dans les plaies en cul-de-sac, le problème était encore plus ardu puisque l'orifice d'entrée était seul à renseigner; si sa forme, ronde ou au contraire allongée, pouvait faire présumer l'incidence de la balle à l'entrée, et encore souvent imparfaitement, l'inspection extérieure ne pouvait fournir de notions précises ni sur la direction rectiligne ou coudée du trajet, ni sur sa profondeur. Il résultait de tout cela que, l'inspection extérieure étant insuffisante, il fallait bien en venir à l'exploration directe, digitale ou instrumentale. Cette nécessité était néfaste et entraînait presque fatalement l'infection secondaire; les plaies, par leur béance, invitaient en quelque sorte le doigt, le meilleur des instruments explorateurs mais le plus dangereux aussi, à y pénétrer pour le plus grand malheur des blessés.

Actuellement, les choses ont bien changé; les plaies sont trop étroites pour permettre l'introduction du doigt sans débridement, les plaies en cul-de-sac sont exceptionnelles et les trajets sont directs, sauf de très rares exceptions. Dans toutes les plaies en séton, il suffit de tracer une ligne idéale réunissant les deux orifices pour déterminer le passage du projectile; les notions anatomiques nous permet-

tent d'en conclure, presque à coup sûr, quels sont les organes qui ont pu être lésés; ceci est facile pour les extrémités, sauf à leur racine, plus malaisé, il est vrai, pour les grandes cavités viscérales.

Naturellement, les signes particuliers à la lésion de telle ou telle partie complètent et confirment le diagnostic posé par la simple inspection; l'hémorragie, les signes d'auscultation dans les blessures des artères, les signes de fracture complète ou leur absence dans celles des os, etc. Pour les viscères les signes caractéristiques tardent souvent à apparaître et cependant le diagnostic immédiat demande à être posé rapidement, puisque trop souvent, si l'on attend l'apparition de ces signes caractéristiques, on laisse passer le moment favorable à une intervention peut-être nécessaire; c'est dans ces derniers cas que, lorsque les circonstances extérieures le permettent, le chirurgien doit prendre le bistouri pour découvrir les parties, assurer et compléter de visu le diagnostic et agir suivant les lésions qu'il constate.

Le diagnostic s'est enrichi à l'époque actuelle de nouveaux et précieux moyens d'investigation; les services rendus en chirurgie de guerre par la *radioscopie* et la *radiographie* ne se comptent plus et les appareils se sont perfectionnés et simplifiés de façon à pouvoir être employés en campagne; au Transvaal, ils ont été utilisés soit dans un but scientifique soit pour la pratique. C'est d'abord pour le diagnostic exact des fractures que les images radiographiques ont permis d'avoir une précision inconnue autrefois; c'est aussi pour la détermination de la présence et du siège des corps étrangers que ce moyen est des plus précieux. Dans les blessures du crâne, en particulier, les signes cliniques sont insuffisants pour déterminer la place occupée par une balle et nous sommes en mesure, grâce à la radiographie, de savoir avec la plus complète certitude non seulement si une balle a pénétré

ou non dans l'encéphale, mais encore à quelle profondeur et dans quelle direction nous devons aller la chercher.

Il est vrai que l'instrumentation nécessaire est délicate dans son maniement et que la recherche demande souvent trop de temps pour pouvoir être utilisée en campagne; cependant, je dois vous rappeler que l'un de nos élèves, le docteur Séchehaye, a imaginé une technique bien plus simple que d'autres plus connues. Il suffit de deux radiographies faites d'une certaine façon, d'une construction de géométrie dans l'espace et d'une feuille de carton pour déterminer le siège de la balle, la direction à suivre et la profondeur à atteindre pour la trouver. Le docteur Séchehaye a fait, il y a quelques années, à ma demande, la démonstration de sa technique devant vos prédécesseurs et a déterminé, avec la plus parfaite précision, la présence d'une balle dans le cerveau et d'une pièce de monnaie qui avait été placée à notre insu à l'entrée du trajet, sous les téguments. Je suis étonné que la méthode du docteur Séchehaye n'ait pas eu le retentissement qu'elle mérite, à mon avis.

Nous devons nous occuper non seulement du diagnostic primitif des blessures de guerre, mais encore de celui des complications qui peuvent survenir pendant leur évolution. Nous avons vu que c'est surtout l'infection qui vient interrompre leur marche régulière vers la guérison. Vous connaissez tous les signes locaux et généraux qui nous permettent de la déceler; cependant j'ai quelques mots à vous dire sur un point particulier relatif à ce diagnostic.

Nous savons, depuis le beau mémoire de Volkmann et Genzmer, que l'élévation de la température centrale chez les blessés n'est pas toujours un signe infaillible d'infection, qu'à côté de la fièvre dite septique il existe une fièvre aseptique. Celle-ci se différencie par l'absence des troubles qui, dans la fièvre d'infection, accompagnent l'élévation de la température et l'accélération du pouls; la céphalalgie, la perte de l'appétit, le malaise général font défaut

dans la fièvre aseptique; enfin, cette fièvre se produit surtout lorsqu'un traumatisme fermé ou ouvert s'accompagne d'hémorragies interstitielles abondantes.

Cette *fièvre aseptique* a été assez fréquemment observée dans les dernières guerres et Makins a insisté sur les méprises et les fautes de thérapeutique auxquelles a donné lieu la méconnaissance du vrai diagnostic. Il signale en particulier des cas d'anévrismes diffus, d'hématomes augmentant brusquement de volume en même temps que le thermomètre monte; il a vu le même phénomène se produire dans les plaies de poitrine, le niveau de l'épanchement s'accroît brusquement et l'on croit à la suppuration pleurale parce que le thermomètre indique une température élevée; il n'en est rien, dans la plèvre comme sous la peau l'accumulation du sang sorti des vaisseaux a donné lieu à la fièvre aseptique.

L'enseignement à tirer de ces faits est le suivant : en chirurgie de guerre, lorsque des vaisseaux sont lésés, que ce soit dans les membres ou dans les cavités viscérales, il ne faut pas se hâter d'ouvrir une collection qui augmente ou de ponctionner une plèvre qui se remplit, parce que le thermomètre a monté; il faut penser à la fièvre aseptique et étudier tous les symptômes, le pouls et la température, mais aussi l'état général du blessé et n'intervenir que s'il est bien démontré que la fièvre est d'origine infectieuse.

Telles sont, Messieurs, les quelques notions qui doivent être présentes à l'esprit du médecin sur les champs de bataille et dans les hôpitaux de campagne; je ne puis entrer dans les détails que ne comporte pas le programme de ces leçons.

PRONOSTIC

Vous devez être convaincus d'avance, Messieurs, que le pronostic des plaies par balles de guerre s'est considérablement amélioré de nos jours. Cet heureux changement ressort en effet de tout ce que nous savons des dernières campagnes. Les blessés relevés vivants du champ de bataille, convenablement traités suivant les méthodes modernes, sont exposés à une mortalité bien moindre qu'autrefois, à condition que l'infection ne se soit pas déjà installée dans leurs plaies.

Si nous passons en revue les lésions des différentes parties de l'organisme nous voyons que les plaies des parties molles guérissent presque sans exception et rapidement, tandis que je me souviens d'avoir vu la pyoémie ou la septicémie en emporter un grand nombre encore en 1870.

Les fractures qui jadis indiquaient le plus souvent l'amputation, et guérissaient exceptionnellement après cette mutilation, se terminent en général par la guérison sans intervention et laissent au blessé un membre utilisable et souvent dans les meilleures conditions. Il n'est plus jamais, pour ainsi dire, question d'amputation en pareil cas, que les os seuls aient été lésés ou que les articulations soient intéressées; autrefois, les arthrites suppurées emportaient la plupart de ces blessés et ceux qui, par hasard, y échappaient, conservaient un membre ankylosé, trop souvent dans une position vicieuse.

Ecoutez ce que dit Küttner : « Quelle différence dans la marche des blessures des os et des articulations dans la guerre de 1870-71 et la guerre sud-africaine; autrefois, à peine une fracture guérie sans suppuration, à peine

une plaie du genou ou une fracture du fémur guérie sans amputation, si celle-ci pouvait encore sauver la vie au blessé. Et maintenant ? Nous n'avons pas vu une seule suppuration articulaire, nous n'avons pas eu à pratiquer une seule amputation pour fracture du fémur; les fractures du fémur ont toutes guéri sans suppuration, à part quelques cas exceptionnels où l'infection était due à des circonstances particulièrement défavorables. Une amputation, une résection articulaire et quelques revisions, telle était notre activité opératoire pour un nombre vraiment considérable de lésions des os et des articulations par projectiles de petit calibre. »

Vous vous souvenez de ce que je vous ai dit des blessures des artères; si les plaies des artères viscérales amènent la mort par hémorragie primitive ou retardée, celles des artères des membres guérissent bien plus facilement que jadis; preuve en est le grand nombre d'anévrismes artériels ou artérioveineux observés après la guerre du Transvaal et celle de Mandchourie.

Je vous ai déjà montré combien les plaies de poitrine sont en général peu graves; quelques-unes, il est vrai, sont immédiatement suivies de mort parce que le cœur ou les gros vaisseaux du hile des poumons ont été atteints, mais les autres donnent un nombre de guérisons rapides inconnu autrefois. Les Anglais au Transvaal ont pu une fois renvoyer au front 73 hommes sur 154 blessés de ce genre, comme ils avaient pu le faire pour 28 blessures du genou sur 92.

Il n'est pas jusqu'aux plaies pénétrantes du crâne et de l'abdomen, dont le pronostic ne se soit amélioré; cela est moins certain pour les premières cependant que pour les secondes. Dans les plaies pénétrantes du crâne aux courtes distances, les lésions sont telles que le blessé succombe immédiatement ou dans les premiers jours; parmi ceux qui ont survécu, un grand nombre encore sont emportés par

les complications septiques, mais ceux dont la plaie cutanée a guéri sans accidents et rapidement ont bien des chances de survivre. Sur 61 de ces blessés qui avaient survécu, dit Makins, et qui furent évacués à l'arrière, 4 seulement moururent, c'est-à-dire 6,55 %; plusieurs de ces derniers étaient cependant sérieusement atteints. Il faut pourtant ajouter que le sort de ces blessés guéris n'est pas suffisamment connu et que l'on doit tenir compte dans le pronostic de l'éventualité possible, souvent même probable, de complications mortelles tardives; d'ailleurs un bon nombre d'entre eux ont déjà, au moment de l'observation, payé leur guérison par de graves infirmités. En résumé, si par le fait de son volume et de son mode d'action, le projectile de petit calibre produit aux grandes distances des lésions encéphaliques compatibles avec la vie, il n'en ressort pas avec une certitude suffisante que le pronostic en soit de beaucoup amélioré. C'est une question à l'étude mais dont nous n'avons pas encore la solution définitive.

Et maintenant, pour les plaies pénétrantes de l'abdomen je vous citerai encore ce que dit Küttner : « La guérison facile (glatte Heilung) de nombreuses plaies de l'abdomen par le traitement conservateur est ce que la guerre actuelle nous a montré de plus étonnant. Elle se produit dans les blessures par le Mauser et le Lee Metford, sans manifestation ou après une irritation péritonéale passagère. Je possède des notes précises sur 25 cas de plaies de l'abdomen, observées en partie par moi-même, en partie par d'autres. Sur ces 25 cas, 11 ont été suivis de mort = 44 %, dont 4 opérés; 14 = 56 % ont guéri par le traitement conservateur et 2 seulement ont été opérés plus tard pour abcès stercoral. Ces observations concordent avec les résultats des chirurgiens anglais. Treves pense que la mortalité des non opérés doit être inférieure à 40 % et Watson Cheyne m'a raconté à Jacobsdal qu'il a vu, sur

36 plaies de l'abdomen 22 guérir sans opération, ce qui donne une mortalité de 40 %. »

Combien de ces blessés auraient succombé anciennement ? Probablement tous sans exception.

Il est donc absolument certain que le pronostic *quoad vitam* s'est sensiblement amélioré. Cela est dû, comme nous l'avons vu, pour une part à la diminution du calibre des projectiles et à leur constitution; les plaies qu'ils produisent sont moins exposées, grâce à leurs petites dimensions, à l'infection et plus facilement protégées contre les contaminations; on ne peut douter, d'un autre côté, que l'amélioration du pronostic ne soit aussi la conséquence des énormes progrès accomplis dans nos connaissances sur les causes de l'infection et sur les moyens de la prévenir ou de la combattre.

A un autre point de vue encore, un changement favorable s'est fait en chirurgie de guerre; je veux parler du *pronostic fonctionnel.*

Anciennement, presque toutes les plaies suppuraient et il en résultait, pour les rares blessés qui survivaient, que trop souvent ils ne conservaient leur vie qu'au prix de mutilations ou d'infirmités permanentes; dans les fractures ou les plaies articulaires l'amputation ou les résections, ou bien la suppuration prolongée avaient pour conséquence la perte du membre ou au moins de ses fonctions. Tout ceci était en somme la suite inévitable de l'infection, secondaire le plus souvent.

Je vous citerai plus tard les résultats obtenus par Reyher dans les blessures articulaires et vous verrez que, grâce au traitement antiseptique immédiat, il a pu non seulement conserver à ses blessés dans bon nombre de cas la vie, leurs membres, mais encore les fonctions intactes de ces membres. Küttner, nous venons de le voir, n'a eu ni à amputer ni à réséquer, sauf dans de rares occasions.

Quelques données sur ce point achèveront de vous mon-

trer que le pronostic fonctionnel est bien meilleur que jadis, comme l'est également le pronostic vital. J'emprunte les chiffres suivants à Haga, chirurgien japonais bien connu par ses publications sur la chirurgie de guerre; je les choisis parce qu'ils sont le résultat de son activité pendant la guerre des Boxers où il a pu comparer les effets des balles cuirassées de 7,9 et 8 mm. avec ceux des balles de plomb de 11 mm., employées les unes et les autres par les troupes chinoises. Voici sa statistique :

	Guérison.	Mort.	Invalides.
Balles cuirassées . .	70,6 %	9,2 %	20,2 %
Balles de plomb. . .	60,9 %	12,3 %	26,8 %

Parmi les invalides, il établit deux catégories, les invalides complets et les demi-invalides, et voici comment ils se répartissent :

	Invalides complets.	Demi-invalides.
Balles cuirassées . . .	46,9 %	50,4 %
Balles de plomb. . . .	51,7 %	48,3 %

Nous voyons donc que le nombre des invalides est proportionnellement plus grand chez les blessés atteints par les balles de plomb de gros calibre que chez les autres; nous voyons aussi que la proportion des invalides complets par rapport aux invalides incomplets est plus forte dans cette catégorie de blessés que chez ceux qui ont été atteints par les projectiles cuirassés de petit calibre.

On croit généralement que les guerres sont devenues de plus en plus meurtrières et que tous les perfectionnements des armes et des munitions ont eu pour conséquence des hécatombes de vies humaines de plus en plus formidables.

Cette opinion est-elle justifiée par les faits ? C'est ce qu'il vaut la peine d'examiner.

De nombreuses statistiques ont été publiées sur les chiffres des pertes subies par les différentes armées dans les guerres modernes; elles montrent que, contrairement à ce que l'on aurait pu supposer, le taux de ces pertes par rapport aux effectifs des combattants, a été de moins en moins élevé.

Vous lirez partout que les Romains perdirent à la bataille de Cannes 92 % de leur effectif; pareil désastre ne s'est jamais vu depuis lors.

J'emprunte à von Coler quelques données sur les guerres des temps modernes et je ne vous indique que les chiffres les plus élevés parmi ceux qui ont été rassemblés par Faye.

	Pertes par rapport à l'effectif.
Guerre de sept ans. Zornsdorf. Russes . . .	42,8 %
Kunersdorf. Prussiens .	37,5 %
Guerre de Napoléon Ier. Austerlitz. Russes .	32,1 %
» Français .	10,3 %
Eylau. Français . .	34,1 %
» Prussiens . .	46,9 %
Belle Alliance. Anglais.	22,1 %
» » Français.	33,3 %
Guerre de Crimée. Russes	12 %
Guerre franco-allemande. Wörth. Allemands.	13 %
» Français .	20 %
Mars-la-Tour. Allemands.	22,6 %
» Français .	12,7 %
Gravelotte. Allemands.	9,3 %
» Français .	12,7 %
Sedan. Allemands . .	4,9 %
» Français . . .	14,4 %

Voici une autre statistique comparative empruntée à Makins :

Bataille de Waterloo. Pertes des Anglais . .	23,31 %
Guerre de Crimée. » » . .	15,17 %
Guerre franco-allem[de]. Pertes des Allemands .	13,26 %
Armée de secours. Kimberley. Pertes des Anglais	12,43 %

Le même auteur donne pour les combats de Belmont, de Graspan, de Modder River et de Magersfontein, où le total des troupes anglaises engagées se montait à 11,447 hommes, le chiffre de 166 morts, 717 blessés et 103 disparus, ce qui fait en tout 986, c'est-à-dire 8,43 % de pertes par rapport à l'effectif.

On ne peut donc pas dire que les guerres sont devenues plus meurtrières, au contraire, le taux des pertes a été continuellement en s'abaissant.

Une autre constatation aussi inattendue que la précédente, c'est que la proportion des morts sur le champ de bataille par rapport à celui des blessés, au lieu d'avoir augmenté, a au contraire diminué.

D'après von Coler, voici quel fut ce rapport, depuis l'époque de la guerre de Sept ans jusqu'à la guerre franco-allemande.

Bataille de Kunersdorf (1759)	1	mort pour	1,9	blessés.
» de Leipzig (1813)	1	»	2,0	»
Guerre de Crimée, chez les Anglais .	1	»	4,4	»
» » chez les Français .	1	»	4,8	»
Bataille de Königsgrätz, chez les Prussiens	1	»	3,6	»
» » » Autrichiens	1	»	3,0	»
Guerre franco-allem[de], chez les Allemands	1	»	5,4	»
» russo-turque.	1	»	2,1	»

D'après Makins, au Transvaal la proportion a été de 1 : 4,8, et, si l'on ajoute au chiffre des morts sur le champ de bataille, celui des blessés décédés dans les 48 premières heures après le combat, le chiffre monte à 1 : 4,15.

Vous voyez que le rapport entre le chiffre des tués et celui des blessés a plutôt une tendance à s'améliorer dans le sens d'une moindre proportion des coups mortels.

Il faut bien dire que dans les dernières guerres le chiffre des effectifs est devenu de plus en plus élevé et que, par ce fait, plus de vies humaines ont été sacrifiées, mais alors ce n'est pas aux perfectionnements des armes qu'il faut attribuer cet accroissement.

Comment peuvent donc s'expliquer ces deux faits si étonnants ? La diminution du nombre relatif des morts par rapport à celui des blessés est due surtout, je pense, aux perfectionnements de nos armes; tout ce que je vous ai dit des lésions qu'elles produisent et de leur comparaison avec les anciennes blessures le prouve. Quant à la diminution du chiffre des pertes par rapport à celui de l'effectif, elle relève de causes que les tacticiens sont mieux à même d'apprécier que nous; il me semble cependant que l'amélioration des armes n'y est pas étrangère. Leur portée étant plus grande, les combats commencent et se terminent à de bien plus grandes distances qu'autrefois; il est bien rare que les combattants se trouvent les uns vis-à-vis des autres aux courtes distances, à celles où les blessures les plus graves se produisent. La grande portée des armes a encore amené les combattants à mieux utiliser tous les moyens de se mettre à l'abri de ces projectiles, qui pleuvent sans que l'on aperçoive l'ennemi. Les chirurgiens japonais ont remarqué la fréquence des blessures des parties supérieures du corps et surtout de la tête chez leurs hommes, parce que ceux-ci, abrités dans leurs tranchées, n'exposaient le plus souvent que ces parties aux coups.

Je ne puis entrer dans plus de détails sur ces questions, qui sont plutôt du ressort des tacticiens que des chirurgiens; ces derniers doivent cependant les connaître et j'ai dû vous en dire quelques mots.



CHAPITRE IV

THÉORIE DES BLESSURES PAR BALLES DE GUERRE

(Planches VI et VII).

Nous avons vu que les balles de guerre peuvent produire dans nos tissus des lésions circonscrites ou des dégâts étendus à distance de leur trajet; ces derniers simulent ceux qu'effectuerait une substance explosible; nous allons chercher à déterminer quel est le mécanisme des unes et des autres, c'est-à-dire à étudier la théorie des blessures simples et celle des blessures explosives.

MÉCANISME DES BLESSURES SIMPLES

Toutes les lésions produites par les balles sont dues au conflit entre la force vive dont celles-ci sont animées et la résistance des parties atteintes.

Lorsque l'énergie que possède le projectile est suffisante pour vaincre la cohésion des molécules qu'il ren-

contre, il écarte ces molécules ou les chasse devant lui, pénètre dans l'intérieur des parties atteintes ou les traverse de part en part. La *force de pénétration* d'un projectile est plus ou moins grande et dépend de ses propriétés dynamiques ainsi que de ses propriétés physiques. Souvenez-vous de ce que je vous ai dit de la force vive, du coefficient de pression des projectiles, de l'augmentation considérable de cette force vive et du coefficient de pression des balles de calibre réduit relativement à ceux de projectiles plus anciens.

Mais nous devons tenir compte aussi des propriétés physiques du but si nous voulons connaître toutes les causes qui font varier la pénétration des projectiles. Tout agent, pour produire un effet, dépense une partie de son énergie; si donc une balle atteint un tissu élastique ou un tissu compressible, elle dépense, pour la mise en jeu de l'élasticité ou pour comprimer les molécules, une partie de sa force vive; il lui en reste moins pour rompre leur cohésion, c'est-à-dire pour pénétrer; de même encore, si le but est assez résistant pour déformer le projectile, cette déformation absorbe une partie de la force et la pénétration est diminuée; elle l'est encore dans ce cas par le fait que la balle s'est plus ou moins élargie et que son coefficient de pression par mm^2 s'en trouve diminué.

Vous voyez combien sont complexes les conditions dont dépend la pénétration d'un projectile.

Dans les blessures simples, circonscrites, les effets sont limités aux molécules directement touchées ou à peu près à elles seules, les dégâts produits le sont simplement par le fait de la pénétration. Nous devons donc chercher à démêler le mécanisme de cette pénétration, à établir les conditions qui la font varier et à comparer sous ce rapport les effets des armes anciennes avec ceux de nos fusils.

Comme l'a écrit Nimier, un projectile cylindro-ogival qui rencontre dans sa course un objet résistant agit sur

ses molécules par son choc, par son mouvement spiral, et enfin, lorsque la pénétration est commencée, par sa forme conique qui écarte les molécules; la balle, rencontrant un plan résistant, « *lui porte tout d'abord un coup comme le ferait un marteau, puis elle le pénètre à la façon d'un perforateur, puisqu'elle tourne sur elle-même, et d'un coin, en raison de la forme ogivale de sa pointe.* » C'est à l'association de ces trois modes d'action qu'est due la pénétration.

Un grand nombre d'expériences ont été faites relativement à la pénétration des projectiles au point de vue purement tactique et au point de vue chirurgical; j'ai répété, après bien d'autres, plusieurs de ces expériences et je vais vous en indiquer les résultats.

Voyons d'abord ce qu'il en est de la pénétration des balles dans les substances solides.

Nous avons pris comme buts soit une série de plaques de bois, soit une série de plaques de fer; les armes employées ont été le fusil Vetterli et le fusil d'ordonnance suisse; le tir a été exécuté à 50 mètres avec des cartouches à charge normale et des cartouches à charge réduite; ces dernières donnaient au projectile une vitesse initiale égale à la vitesse restante à 800 m. J'indique par O le fusil d'ordonnance et par V le fusil Vetterli, par E la charge entière et par R la charge réduite.

I. *But formé par 12 plaques de bois de sapin de 2,6 cm. d'épaisseur placées les unes derrière les autres à 3,1 cm. de distance :*

O. E.	traverse	12	plaques.
V. E.	»	6	»
O. R.	»	12	»
V. R.	»	4	»

II. *But formé par une plaque de fonte de 3,5 cm. d'épaisseur :*

O. E. trou d'entrée rond de 9,5 mm. sur 10 mm.; trou de sortie de 10 mm. sur 11 mm. au fond d'un entonnoir presque cylindrique de 13 mm. de profondeur.

V. E. trou rond de 12 mm.; trou de sortie rond, de 13 mm. au fond d'un cône de 14 mm. de profondeur.

O. R. simple impression.

V. R. simple impression.

III. *But formé par 6 plaques de fonte d'acier du Creusot, de 2 mm. d'épaisseur, placées les unes derrière les autres à 10 cm. de distance :*

O. E. traverse 4 plaques et fait une impression sur la 5me.

V. E. traverse 2 plaques et fait une impression sur la 3me.

L'impression faite par O. E. est accompagnée d'une fente tandis que celle qui est faite par V. E. n'en présente pas.

Ces expériences démontrent que la profondeur de pénétration dans les corps solides est en raison directe de la vitesse du projectile et en raison inverse de la résistance du but.

Il en est de même pour d'autres substances; que l'on prenne un bloc *d'argile pétrie,* un *bloc de savon,* une *masse liquide,* la balle pénètre dans ces substances d'autant plus profondément qu'elle est animée d'une vitesse plus grande à condition toutefois qu'elle reste intacte. Lorsque la résistance du but, qu'il soit solide ou qu'il soit liquide, est capable de déformer le projectile, de l'aplatir, c'est-à-dire d'agrandir son diamètre, alors la pénétration est moindre, parce que le coefficient de pression par mm^2 est diminué et aussi parce que la déformation a consommé une partie de la force vive.

Von Brun's a fait une expérience très démonstrative sous ce rapport; il tire à la distance de 12 pas avec le fusil Mauser de 7,65 mm., *sur des blocs de bois de hêtre,*

avec des balles de plomb et des balles à cuirasse de nickel. La balle cuirassée creuse dans le bloc un canal cylindrique de 54 cm. de longueur et se trouve intacte au fond du trajet, tandis que la balle de plomb ne pénètre qu'à 9 cm., que son trajet a la forme d'un cône très évasé et qu'elle-même est déformée et aplatie.

Pourquoi cette différence énorme dans la profondeur de pénétration des deux projectiles ? Pour les deux raisons suivantes : en premier lieu, la déformation a employé une certaine quantité de la force vive de la première balle et, en second lieu, par le fait de cette déformation, le diamètre de cette balle a augmenté, son coefficient de pression par mm^2 a diminué, puisque l'énergie totale a dû se répartir sur une plus grande surface. Il faut donc bien que la pénétration soit moindre.

Les anciens projectiles en plomb s'aplatissaient facilement contre les os, même contre les aponévroses épaisses, les projectiles cuirassés les traversent et, le plus souvent, sans se déformer: les derniers doivent donc pénétrer bien plus profondément que les premiers; c'est le cas en effet.

Une expérience de Kocher met encore en évidence d'une façon frappante l'influence de l'augmentation du diamètre des balles de plomb par déformation sur leur pénétration. Il tire avec le fusil Vetterli dans une masse d'eau renfermée dans un grand réservoir métallique allongé; sur la face qui regarde le tireur on a découpé un rond de métal qui a été remplacé par une peau de tambour et c'est à travers cette peau que pénètrent les balles. Avec une balle animée de la vitesse de 410 m., la pénétration est en moyenne de 115 cm. si la balle est en plomb mou et de 208 cm. si elle est en plomb dur; la différence de pénétration provient de ce que le plomb mou s'est aplati tandis que le plomb dur est resté presque intact; ce qui prouve bien que cette explication est juste, c'est que la même balle de plomb mou pénètre plus profondément (à 263 cm. au

lieu de 115 cm.), si elle n'a qu'une vitesse de 250 m. au lieu de 410 m., parce qu'alors elle se déforme moins.

Il est donc démontré que la profondeur de pénétration est en raison directe de la vitesse et en raison inverse du diamètre.

Il nous faut maintenant examiner quelle est l'influence de la masse puisque cette masse figure dans la formule de la force vive. La masse étant le produit du volume par la densité, on peut la faire varier par un changement de l'un ou de l'autre de ces deux composants.

Si le volume du projectile est augmenté, la densité restant la même, la force vive est nécessairement accrue et il semble qu'il doit en être de même de la force de pénétration; pas toujours, et voici pourquoi : réfléchissez que si le volume du projectile est augmenté par agrandissement de son diamètre, le coefficient de pression par mm^2 va baisser et la force de pénétration en même temps; l'accroissement de la masse peut, dans ce cas, ne pas compenser du tout ou ne compenser qu'en partie l'effet de l'abaissement du coefficient de pression; si, au contraire, la masse est augmentée par allongement du projectile, alors le coefficient, au lieu d'être diminué, est augmenté et la force de pénétration l'est aussi.

La masse peut être augmentée par l'accroissement de son autre composant, savoir la densité du métal employé. A volume égal, une balle formée d'un métal plus dense possède une force vive plus grande et il en résulte que sa force de pénétration doit être plus considérable; voilà ce que nous indique le raisonnement, voyons si l'expérience confirme cette présomption.

Je ne connais pas d'expériences faites pour résoudre cette question en ce qui concerne les substances solides, mais Kocher en a pratiqué pour les liquides. Il a tiré, dans une masse d'eau renfermée dans un réservoir métallique, des projectiles de même volume et de densités va-

riées, et il a vu que la profondeur de pénétration est en raison directe de leur densité; voici une partie des résultats qu'il a enregistrés :

	Vitesse.	Projectiles.	Densité du métal.	Poids du projectile.	Pénétration.
1	410^{m}	Métal Rose	?	17^{gr},7	242^{cm}
2	»	Cuivre	8,9	15^{gr},9	214^{cm}
3	»	Etain creux rempli de bois.	7,2	7^{gr},2	161^{cm}
1	250^{m}	Plomb mou. . . .	11,3	20^{gr},0	263^{cm}
2	»	Cuivre	8,9	15^{gr},9	158^{cm}
3	»	Etain creux rempli de bois.	7,2	7^{gr},2	59^{cm}

Si je n'ai pas fait figurer les balles de plomb dans la première partie du tableau, c'est qu'à la vitesse de 410 m. elles se déforment et que, par ce fait, leur pénétration est diminuée. Vous voyez que soit à 410 m. de vitesse, soit à 250 m., c'est la balle dont le métal est le plus dense qui pénètre le plus profondément, que la pénétration dans l'eau est en raison directe de la densité. Il doit en être de même dans les autres milieux.

Nous venons de voir quels sont les facteurs qui influent sur la pénétration dans les solides d'abord, puis dans les liquides; mais s'il se trouve dans notre organisme des parties solides comme les os, d'autres liquides comme le sang ou l'urine, la plupart de nos tissus ne sont ni solides ni liquides, leur composition est mixte et ils renferment tous une proportion plus ou moins forte d'eau. Il est donc des plus important de savoir comment se comportent les projectiles qui pénètrent dans des substances analogues aux parties molles du corps humain.

De très nombreuses expériences ont été faites sur la pénétration des balles dans les milieux demi-solides, demi-liquides, comme l'*argile pétrie*, le *savon*, la *cire d'abeille;*

elles ont montré que, dans ces milieux comme dans les autres, la profondeur de pénétration est en raison directe de la vitesse et en raison inverse du diamètre. Je vous donnerai comme exemple les résultats du tir sur un bloc d'argile pétrie obtenus par un officier belge, le colonel Henrard; j'ai, du reste, répété ces expériences chaque année à l'occasion de ces leçons. Le *bloc d'argile* est un parallélipipède de 40 cm. de côté et de 1 m. de longueur. En tirant à 12 pas des balles de plomb de 25 grammes sur le bloc, on voit s'y creuser une vaste excavation qui s'élargit peu après l'entrée, puis se rétrécit et se termine par un canal conique, le tout figurant assez bien un flacon à large panse et à long col; au fond du canal se trouve la balle déformée en champignon; avec 5 gr. de poudre, la profondeur de pénétration est de 58 cm., avec 4,3 gr. de 52 cm. et avec 1 gr. de 33 cm. Si, au lieu d'une balle de plomb qui se déforme, on prend une balle d'acier du même poids et animée d'une vitesse sensiblement la même, c'est un canal beaucoup plus étroit qui se forme et il mesure 78 cm. pour la charge de 5 gr., 68 cm. pour celle de 4 gr. Ces résultats montrent que la profondeur de pénétration augmente avec la vitesse et est en raison inverse du diamètre; en effet, si la balle de plomb pénètre moins que la balle d'acier, c'est parce que la première augmente de diamètre en se déformant, tandis que la seconde reste intacte.

Nous pouvons maintenant conclure et dire que la profondeur de pénétration dans tous les milieux est en raison directe de la vitesse et de la densité et en raison inverse du diamètre; que, par conséquent, dans les blessures simples les projectiles pénétreront d'autant plus facilement et d'autant plus profondément que leurs vitesses seront plus grandes, que la densité du métal qui les compose sera plus élevée et que leur diamètre sera moindre, à condition que leur masse soit suffisante. C'est pour ces raisons que les

projectiles modernes de petit calibre, peu déformables et animés de très grandes vitesses, traversent si facilement nos tissus les plus résistants tandis que les anciennes balles étaient souvent arrêtées dans leur course par la résistance des os ou même par celle des tissus fibreux ou bien déviées de leur trajet; c'est pour ces raisons que nous n'avons pour ainsi dire plus jamais l'occasion de voir aujourd'hui les plaies en cul-de-sac, les plaies en contour et les trajets indirects, si fréquents jadis.

Si la profondeur de pénétration dépend surtout des qualités dynamiques des projectiles, la forme des lésions dépend beaucoup aussi des qualités des tissus et je vous ai dit, chemin faisant, comment leurs propriétés diverses influent sur cette forme. Il me paraît intéressant de vous montrer le résultat des expériences en ce qui concerne le rôle de l'élasticité.

Elles montrent combien sont minimes les orifices d'entrée et de sortie quand une balle traverse une substance élastique. *Les plaques qui nous ont servi étaient en caoutchouc impur,* elles avaient une épaisseur de 1 cm., les projectiles employés furent celui du Vetterli et celui du fusil d'ordonnance et le tir fut effectué à la distance de 50 m. avec la charge normale et avec une charge réduite, calculée pour donner une vitesse initiale égale à la vitesse restante à 800 m.

Armes et charges.	Entrée.	Largeur de l'auréole.	Sortie.
V. E.	1^{mm}	$2^{mm},5$	9^{mm}
O. E.	$0^{mm},2$	$1^{mm},5$	4^{mm} sur 3^{mm}
V. R.	$0^{mm},2$	$3^{mm},5$	$2^{mm},5$ sur 3^{mm}
O. R.	$0^{mm},2$	$1^{mm},5$ sur 3^{mm}	$0^{mm},9$

Remarquez que l'orifice d'entrée est entouré d'une zone dans laquelle le caoutchouc a pris une couleur noire qui tranche sur celle du voisinage; cette altération est l'indice

du frottement qui s'est produit sur les parois de l'entonnoir; je désigne cette zone par le terme d'*auréole.* L'auréole est plus large avec V. R. qu'avec V. E., avec O. R. qu'avec O. E.

Les orifices de sortie moins réguliers que ceux d'entrée ne présentent aucune auréole à leur pourtour.

Il s'est passé sur la plaque exactement ce qui se passe sur la peau; le caoutchouc, grâce à son élasticité, s'est laissé déprimer en entonnoir avant d'être perforé et la balle a frotté énergiquement contre les parois de cet entonnoir; l'auréole est l'analogue de la zone brune de contusion qui entoure l'orifice d'entrée à la peau.

La puissance énorme de nos projectiles, au point de vue de leur pénétration, est due surtout à la pression exercée par eux sur les molécules cohérentes du but atteint; mais elle est certainement augmentée par le mode d'application de leur force vive et tout particulièrement par le mouvement spiral, d'une rapidité presque inimaginable, dont ils sont animés. Si l'on essaie de faire pénétrer un clou à coups de marteau dans un os compact, on ne peut y arriver et l'on n'a aucune peine cependant à traverser ce même os avec un perforateur; de même, ce que ne pourrait effectuer le choc du projectile est instantanément produit par sa pointe tournant avec rapidité, en même temps qu'elle presse avec une force incomparable.

La pénétration une fois commencée est encore facilitée par la forme conique du projectile qui écarte les molécules, les chasse de côté et les comprime.

De ce mécanisme complexe résultent la pénétration et la formation des orifices et du trajet des blessures simples.

THÉORIE DES EFFETS EXPLOSIFS DES BALLES DE GUERRE

Les lésions explosives ne datent pas, comme on serait tenté de le croire, des derniers perfectionnements des armes à feu; on peut très bien les produire avec un fusil à âme lisse et une balle ronde à condition de tirer de très près. On avait peu prêté d'attention à ce genre de blessures jusqu'à la guerre de 1870-71, où les belligérants, en face de ces effroyables lésions, s'accusèrent réciproquement d'avoir fait usage de balles explosibles. Il fut bientôt démontré que cette accusation n'était pas justifiée et que les armes employées pouvaient, dans certaines conditions, effectuer ces délabrements. C'est alors que Busch, de Bonn, le premier, je crois, fit des expériences destinées à rechercher le mécanisme et l'explication de cette soi-disant explosion et les communiqua au congrès des chirurgiens allemands en 1873. Après lui, un grand nombre de chirurgiens, soit en Allemagne, soit dans d'autres pays et particulièrement en Suisse, entrèrent dans la voie qu'il avait ouverte et émirent différentes hypothèses plus ou moins plausibles. Ces hypothèses, que nous allons examiner successivement, sont les suivantes :

Les phénomènes explosifs sont dus :

1. *A la pénétration dans la blessure d'air atmosphérique sous pression.*

2. *A la projection dans les tissus par la force centrifuge de particules de plomb arrivées à la température de fusion.*

3. *A la rotation soit régulière soit irrégulière dont sont animés nos projectiles.*

4. *A la force énorme de percussion de nos projectiles.*
5. *A l'action de coin qu'ils exercent.*
6. *A l'augmentation brusque de pression hydraulique.*
7. *A la pression hydrodynamique et à la communication de vitesse aux molécules des tissus atteints, particulièrement de ceux qui sont incompressibles.*

Examinons ces hypothèses.

I. **Pénétration d'air comprimé dans la blessure.** — Cette hypothèse a été émise par Melsens et Morin et ils se basaient sur les observations suivantes.

Melsens avait été frappé des effets produits par une balle atteignant un bloc d'argile molle; je vous ai dit qu'on voit s'y creuser une énorme excavation commençant par une large ouverture, suivie d'un renflement qui se rétrécit ensuite pour se terminer en cône très allongé, le tout figurant un flacon à large panse et à long col; il avait vu en tirant sur des carreaux de verre avec des vitesses croissantes se produire des effets qui lui firent supposer que l'air précède la balle et commence l'action et, peut-être prouvera-t-on, dit-il, que le carreau, dans certains cas, est troué avant d'avoir été réellement atteint par le projectile. Melsens chercha à démontrer la réalité de cette proue d'air en tirant des balles animées d'une vitesse de 400 m. en bronze ou en cuivre rouge sur une plaque de fer; l'empreinte dans le fer est alors bronzée ou cuivrée excepté au centre, et la balle, fortement déformée, présente elle-même à son centre une petite zone sphérique qui tranche sur le reste et où il paraît ne pas y avoir eu contact entre le fer et le bronze. Une balle de plomb tirée avec la même vitesse sur un bloc de plomb pénètre, se déforme et se soude au plomb; en la dégageant avec précaution, on observe que la soudure est parfaite sauf au centre où, dans un petit cercle, elle fait défaut. Plus tard Melsens émit l'idée que dans les blessures de guerre

cet air comprimé et poussé dans les tissus tend à reprendre son volume, se détend et produit ainsi les dilacérations particulières qui peuvent simuler les effets d'un projectile explosif.

Les chasseurs de chamois savaient également que les balles de plomb évidées à leur partie antérieure produisent dans les tissus animaux des délabrements bien plus accusés que les balles ordinaires et ils employaient ces balles évidées pour arrêter plus sûrement le gros gibier.

Nous devons au colonel Henrard un important travail, paru en 1884 sur ce sujet, et dans lequel il réfute, sans réplique possible, l'hypothèse de Melsens.

En ce qui concerne la grande excavation produite en tirant sur un bloc d'argile, il suffit de mentionner l'expérience suivante du colonel Henrard pour être convaincu que le projectile air n'y a aucune part; si l'on tire sur deux blocs d'argile avec deux balles de même calibre à la même vitesse mais dont l'une est en plomb et l'autre en acier, on observe que, tandis que la balle de plomb creuse une cavité dont la capacité mesure 4,500 déc. cubes, celle d'acier donne lieu à un trajet plus long, mais beaucoup plus étroit, qui ne jauge que 3,900 déc. cubes et cependant les deux balles, ayant même diamètre et même vitesse, ont dû comprimer autant d'air l'une que l'autre et aussi énergiquement l'une que l'autre.

Une seconde expérience d'Henrard tout aussi démonstrative dans le même sens est la suivante : il tire avec une charge de poudre de 3 gr. une balle enduite de couleur bleue sur un bloc en fonte, lui-même enduit de couleur rouge; le résultat du tir est caractéristique : sur le bloc, au point d'impact, un cercle de 3 à 4 mm. de diamètre a conservé sa couleur rouge, bien que légèrement ternie; autour de ce point central la couleur a été enlevée, le métal de la fonte est mis à nu sur une surface circulaire d'environ 15 millimètres de rayon, terminée par une sorte

d'auréole à rayons brillants, enveloppée elle-même d'une nouvelle auréole rouge-noirâtre dont l'extrémité des rayons est noire. La balle s'est éparpillée en fragments, les uns conservent à leur surface la couleur bleue, d'autres sont brillants. Le plus gros fragment, du poids de 3 grammes, est tombé au pied de la cible. C'est un disque circulaire qui paraît formé de deux disques accolés et se pénétrant; l'un d'eux, de 3 à 4 mm. de diamètre, est terni, très légèrement teinté de rouge, il a les dimensions du cercle rouge du point d'impact. Tout autour, le métal du second est brillant, avec des rayons irradiant vers la circonférence. La face opposée du fragment est visiblement formée par le fond déprimé de la balle et on reconnaît aisément encore le cordon entourant la dépression, mais celle-ci est bombée en sens inverse comme si elle avait été repoussée en dehors.

Cette expérience, au premier abord, semblait donner raison à Melsens, le contact du projectile au centre du point d'impact ayant été, semble-t-il, au moins peu intime. Mais il suffit à Henrard, pour montrer qu'il n'en était rien, de tirer avec le même dispositif une balle perforée d'avant en arrière d'un canal; l'effet fut absolument le même et le fragment trouvé au pied de la cible était perforé à son centre. Dans ce cas il ne pouvait être question d'air comprimé puisque le canal empêchait toute compression de se produire. Cette expérience donnait, suivant Henrard, l'explication du phénomène, et la voici; je cite textuellement :

« Ce n'est pas d'aujourd'hui, en effet, que l'on sait que les projectiles durs, en se brisant à la rencontre d'un obstacle résistant, fournissent au point d'impact un fragment circulaire dont la surface opposée à l'obstacle a la forme conique. Ce qui se produit pour les projectiles résistants est l'image du phénomène que nous observons dans les balles en métal mou. Au point d'impact un élé-

ment de la balle est brusquement immobilisé. Il entre parfaitement en contact avec la surface de l'obstacle, puisqu'il en ternit la couleur, mais ne glissant pas dessus il ne peut par conséquent la lui enlever. Aussitôt immobilisé, cet élément devient la base d'un cône sur lequel, en vertu de la vitesse acquise et du peu de ténacité du plomb, glissent les autres éléments de la balle, qui, en rencontrant obliquement la surface du bloc, lui enlèvent son enduit tout autour du point d'impact. »

Cette explication nous fait bien comprendre la déformation typique en forme de champignon d'une balle qui pénètre dans l'eau ou dans l'argile.

Quoi de plus probant que ces expériences d'Henrard. Ne savons-nous pas d'ailleurs que les plaies d'armes à feu ne sont pas compliquées d'emphysème, pas plus les explosives que les autres, ce qui devrait être le cas si l'hypothèse de la pénétration d'air comprimé était fondée?

II. **Projection dans les tissus, par le fait de la force centrifuge, de particules du métal de la balle arrivées à la température de fusion.** — Pour arriver à une conclusion positive ou négative sur cette hypothèse nous avons à examiner les deux points suivants : *a)* le plomb des projectiles de guerre peut-il atteindre son point de fusion lors de leur pénétration dans nos tissus ? *b)* si le métal atteint ce point de fusion, les particules fondues qui s'en détachent sont-elles animées d'une force suffisante pour expliquer les phénomènes de l'explosion ?

a) Socin et Hagenbach ont cherché, je crois les premiers, à établir le fait de la fusion des balles de plomb en s'appuyant, soit sur des considérations théoriques, soit sur l'expérimentation. Ces auteurs se basant sur la théorie de la transformation des forces, pensaient que lorsqu'une balle est arrêtée dans sa course par un obstacle résistant, sa force vive s'emploie en partie à pénétrer, c'est-à-dire

à rompre la cohésion des parties atteintes, mais qu'une partie de cette force vive restée disponible doit nécessairement se transformer en un mouvement moléculaire ayant pour effet l'élévation de sa température. Socin, tirant contre une cible de fer, remarqua que les projectiles recueillis avaient perdu de leur poids; il en conclut que le métal avait fondu et que les particules fondues s'étaient dispersées, se séparant du noyau restant; le même fait se reproduisait lorsque le but était constitué par des parties organiques résistantes comme les os. En était-il encore de même lorsque l'obstacle était formé par les parties molles ? Socin crut l'avoir démontré par l'expérience suivante : il prit comme but un estomac de bœuf rempli d'eau et enveloppé de plusieurs peaux; après quelques essais il arriva au résultat désiré, c'est-à-dire à l'arrêt du projectile dans le milieu liquide; or, la balle était complètement déformée, sa partie antérieure, considérablement élargie, présentait en avant une surface convexe, lisse, brillante, tandis que sa partie postérieure avait conservé sa forme et son diamètre, en un mot, elle avait subi la déformation typique en champignon que nous savons de règle lorsqu'une balle de plomb pénètre dans un milieu liquide ou demi-liquide. Socin attribua cette déformation caractéristique à la fusion du plomb brusquement arrêté dans le milieu liquide.

Le professeur Kocher, sans partager la manière de voir de Socin, qu'il a démontrée inexacte, soutient cependant encore dans son volume de 1895 que l'on n'a pas prouvé que la pointe des projectiles n'arrive pas au point de fusion.

J'ai hâte d'arriver à toute une série d'expériences qui me paraissent absolument décisives et qui ont été instituées dans le but d'évaluer d'une façon précise le degré d'élévation de température des projectiles; elles nous amènent toutes à conclure qu'une balle arrêtée dans nos

tissus ne peut en aucun cas atteindre la température de fusion du plomb, qui est de 335°.

Beck, le premier, expérimenta de la façon suivante, qui, il faut le dire, était loin d'être parfaite et à l'abri de la critique; il tirait contre des plaques de bois ou de métal placées les unes derrière les autres, le projectile traversait un plus ou moins grand nombre de ces plaques et ses fragments tombaient entre la dernière plaque perforée et la suivante; on allait aussi rapidement que possible les recueillir et les plonger dans un bain de mercure; on notait l'élévation de température de ce bain et, par une expérience de contrôle, on évaluait celle que devait avoir atteint le fragment immergé pour la produire; il est clair que ces fragments avaient eu le temps de se refroidir avant qu'ils fussent mis en contact avec le mercure et que, par conséquent, les chiffres obtenus étaient nécessairement inférieurs à la réalité. Voici, cela dit, les températures obtenues par Beck : les fragments de plomb avaient atteint une température maximum de 69°, ceux d'acier de 57° à 106°, ceux de cuivre de 79° à 139°; Beck avait tiré des balles à cuirasse d'acier et à cuirasse de cuivre.

Les expériences de Reger sont plus précises; il employa le dispositif suivant : le but est une cible en fer, la distance de tir de 12 pas ou de 100 pas; au pied de la cible est disposée une caisse remplie de beurre et devant la cible, entre elle et le tireur, est pendue une couverture de laine blanche à longs poils.

Dans le tir à 100 pas, les fragments métalliques détachés du projectile et tombés dans le beurre n'y ont laissé aucune trace de fusion; de petites masses de plomb ont été rejetées contre la couverture et y sont restées adhérentes; au premier abord on dirait des gouttes de métal pris aux poils de la laine, mais un examen attentif montre que ce ne sont point des gouttes, mais de petites lamelles enroulées et emprisonnant une petite touffe de poils; ceux-ci

ont conservé leur couleur et ne sont nullement brûlés. Dans le tir à 12 pas, le résultat n'est plus le même, les particules de plomb tombées dans le beurre l'ont fondu et se trouvent au fond d'un petit puits, les poils emprisonnés sont légèrement roussis. Des expériences de contrôle effectuées en plongeant un instant des poils de la même couverture dans un bain de mercure, dont la température était successivement élevée de 10° en 10°, montrèrent qu'à 140° apparaissait la première trace d'altération, que celle-ci allait graduellement en augmentant jusqu'à 230°, et qu'à 240° les poils étaient brûlés. Reger conclut que les fragments de plomb dans le tir à 12 pas contre une cible en fer peuvent atteindre une température de 230° à 240°; que si l'on objecte que, les fragments se refroidissant rapidement, leur contact comme corps échauffé n'est que momentané, tout au plus pourrait-on admettre qu'ils aient eu au moment de ce contact une température de 270°, ce qui est encore de 65° au-dessous de celle du point de fusion du plomb.

Reger croit cependant qu'une très petite quantité de métal de la pointe du projectile doit fondre; en effet, si l'on place devant la cible une feuille de carton, des particules très fines sont rejetées contre elle et cette poussière examinée à un microscope à un grossissement de 50 fois, présente les caractères de gouttelettes de plomb fondu; elles ont la même forme arrondie avec une petite queue que présentent les petites gouttes de plomb fondu et jeté à terre.

Von Brun's a expérimenté d'une autre façon; il se servit d'une série de plaques de fer placées à des intervalles réguliers les unes derrière les autres et fixées sur un fond de caisse divisé en compartiments par la partie inférieure de ces plaques; le dessus est fermé par une plaque de fer tandis qu'en avant est disposée une lame de fer-blanc; les intervalles du fond de la caisse sont remplis de substances

fusibles à différentes températures, de parafine et de fleur de soufre. Le tir est effectué avec le fusil Mauser de 7,4 mm. et avec des balles de plomb et des balles à cuirasse de nickel ou d'acier. La balle traverse la lame de fer-blanc et un plus ou moins grand nombre de celles de fer; lorsqu'elle est finalement arrêtée, ses débris tombent dans le compartiment correspondant rempli de substance fusible. Les résultats obtenus montrent que les gros fragments arrivent à des températures un peu inférieures à celles des petits; les gros s'échauffent exceptionnellement jusqu'à 130° à 150°, les petits jusqu'à 150° à 200°; les fragments de la cuirasse et de la cible jusqu'à 200° à 230°, enfin exceptionnellement des fragments d'acier de la cuirasse amènent une ébullition passagère de la parafine, ce qui indique une température de 300°. Donc jamais la température de 335° n'est atteinte.

Nous avons nous-même depuis plusieurs années répété ces expériences en tirant à 50 m. soit avec le Vetterli soit avec le fusil d'ordonnance à charge entière et en employant comme substances fusibles la *naphtaline* qui fond à 79°, la *fleur de soufre* qui fond à 113°, le *naphtol* β qui fond à 122° et l'*acide salicylique* qui fond à 156°; les résultats obtenus ont été la fusion de la naphtaline avec les deux armes, la fusion de la fleur de soufre et quelquefois son inflammation avec le fusil d'ordonnance seul, mais le naphtol β n'a fondu que dans deux cas et jamais l'acide salicylique n'a montré la moindre trace de fusion.

Nous pouvons donc dire que dans nos expériences les fragments de la balle du Vetterli n'ont pas atteint la température de 113°, que ceux de la balle d'ordonnance n'ont atteint qu'exceptionnellement celle de 122° et jamais celle de 156°.

Von Coler a utilisé un dispositif différent et qui lui a permis de tirer non seulement contre des cibles résistantes mais aussi sur des membres de cadavres; il s'est servi de

projectiles formés d'une cuirasse d'acier remplie d'alliages, fusibles à six températures différentes, dont la plus basse était de 65° et la plus élevée de 197°. Le résultat obtenu fut le suivant : la température atteinte en tirant contre un bloc de sapin dur à 50 m. est de 136° à 159°; à 200 m. de 137°; à 400 m. de 116° à 136° et à 800 m. de 70°. Le projectile qui a traversé des fragments de cadavres animaux ou humains n'atteint qu'exceptionnellement une température dépassant 95°; en général celle-ci oscille entre 95° et 65°, elle est même parfois inférieure à 65°.

La conclusion s'impose donc : les fragments de nos projectiles brusquement arrêtés par un obstacle résistant tel qu'une cible en fer n'atteignent jamais la température de fusion du plomb, à plus forte raison cette température ne peut-elle être atteinte lorsque ces projectiles traversent nos tissus; tout au plus, tenant compte de l'opinion de Kocher et des constatations de Reger, qui du reste n'ont été contrôlées par personne jusqu'ici à ma connaissance, pourrait-on admettre que quelques particules de la pointe sont réduites en microscopiques gouttelettes mais en ajoutant que cette poussière ne peut en tous cas être responsable des effets explosifs; nous dirons pourquoi tout à l'heure.

Quelle est donc l'explication de l'erreur commise par Socin et Hagenbach, qui regardaient l'élévation de température comme nécessaire ? c'est Reger qui l'a donnée. Cet expérimentateur tire avec des balles de plomb et avec des balles d'acier sur des blocs de bois et il voit que tandis que la balle de plomb creuse dans le bloc un trajet évasé au fond duquel elle se trouve déformée en champignon et repose sur les fibres du bois non altéré, celle d'acier creuse un trajet plus long et cylindrique et le bois est roussi au fond de ce trajet. Pourquoi cette différence ? c'est que la balle de plomb a employé une partie de sa force vive pour se déformer, tandis que celle d'acier indé-

formable en a encore suffisamment de disponible lors de son arrêt pour suffire à une transformation en calorique capable d'altérer les fibres du bois. Nous savons du reste que si les balles de plomb se déforment en champignon en pénétrant dans un milieu liquide, cette déformation ne peut être due à la fusion puisque, comme le démontre une expérience de Kocher, une balle de métal Rose pénétrant avec la même vitesse dans le même milieu ne fond pas, ce qui arriverait si elle atteignait la température de 65° seulement.

Donc il est hors de doute que les effets explosifs ne peuvent être dus à la fusion des projectiles, celle-ci ne pouvant en aucune façon se produire quand ils atteignent nos tissus.

b) Je pourrais me dispenser de discuter la seconde partie de l'hypothèse, puisque la première a été démontrée insoutenable. Il est cependant bon de voir ce que pourrait produire l'action de la force centrifuge, ce qu'elle est capable d'effectuer en animant de son impulsion des particules détachées mécaniquement. Or le calcul montre que son effet ne peut être que des plus minimes et tout à fait hors de proportion avec les désordres colossaux que nous voyons se produire dans les blessures explosives.

Voici ce que dit Reger à ce sujet : pour le fusil Mauser de 11 mm., avec une vitesse de 430 m. il se produit 781,8 rotations dans la première seconde ou une rotation complète pour un parcours de 55 c.; donc pour 1 c. de parcours le déplacement de la périphérie de la balle est de 0,7 mm., celle-ci ayant une circonférence de 37 mm.; en traversant l'épiphyse tibiale qui mesure 10 c. le déplacement est de 7 mm. en traversant le crâne d'avant en arrière de 11,9 mm. Ce déplacement est donc beaucoup trop faible pour justifier le rôle attribué à la force centrifuge dans les effets explosifs, d'autant plus que dans les calculs de Reger il s'agit de coups à bout portant.

III. **Rotation soit régulière soit irrégulière dont sont animés nos projectiles.** — En ce qui concerne la rotation régulière de nos projectiles, rotation due aux rayures du canon, il suffit de dire que les phénomènes explosifs peuvent parfaitement être effectués par une balle ronde sortant d'un canon lisse, pour montrer que ce mouvement n'est pas, ne peut pas être la cause de ces phénomènes.

Quant aux mouvements de rotation irréguliers de nos balles, ils peuvent être primitifs et dus alors à un vice de construction du fusil ou du projectile, ou bien consécutifs et amenés par un contact qui trouble la régularité de sa course; dans les deux cas l'irrégularité dans le mouvement de rotation ne peut aller sans une diminution de la force vive et par conséquent, au lieu de favoriser les phénomènes explosifs, elle les empêche ou les atténue. Les ricochets dans l'épaisseur des tissus, à la rencontre d'un os, dans le crâne par exemple, peuvent bien agrandir l'aire des lésions, parce que le projectile dévié agit par ses parties latérales et non par sa pointe, mais ne donnent pas lieu à l'explosion, telle que l'entendent les chirurgiens militaires.

La troisième hypothèse me paraît donc sans valeur.

IV. **Force énorme de percussion des projectiles modernes.** — C'est Beck qui a formulé cette hypothèse et je ferai observer, comme tout à l'heure, que ce ne sont pas seulement nos projectiles modernes qui sont capables de produire des blessures explosives. Du reste, la soi-disant explication de Beck n'en est pas une, ce n'est pas même un commencement d'explication, ce n'est que la constatation pure et simple d'un fait. Il est certain que nos projectiles possèdent une force de percussion énorme, mais Beck ne nous dit pas comment cette force énorme de percussion agit pour produire les blessures particulières que l'on nomme explosives.

V. **Action de coin qu'exercent nos projectiles.** — C'est absolument à tort que Reger attribue à Bornhaupt l'idée d'expliquer les phénomènes explosifs par l'action de coin du projectile; il suffit d'examiner les figures de fractures du mémoire de Bornhaupt, de lire son texte pour s'assurer que ce n'est pas du tout pour expliquer les blessures explosives, mais tout au contraire les fractures dues aux projectiles animés de vitesses relativement faibles que le chirurgien russe a invoqué l'action de coin. Bornhaupt lui-même, que j'ai eu l'occasion d'interroger sur ce point, m'a répondu que j'étais dans le vrai. Nous n'avons donc pas à prendre la peine de réfuter une hypothèse qui n'a pas été émise par celui auquel on l'attribue.

VI. **Augmentation brusque de la pression hydraulique.** — C'est W. Busch de Bonn qui, le premier en 1873, à la suite d'expériences que je vais vous indiquer, émit l'idée que l'augmentation brusque de la pression hydraulique devait jouer un rôle dans les blessures explosives produites par le Chassepot surtout et aussi par le fusil prussien; il avait cherché à démontrer que ces effets étaient dus à la fusion du plomb et à la projection par la force centrifuge des particules fondues. Pour continuer son étude, particulièrement en ce qui concerne le crâne, faute de matériel suffisant il eut l'idée de se servir de sphères de métal remplies de substances molles, demi-liquides, puis d'eau pure; il vit alors qu'une sphère pleine d'eau vole en éclats au passage d'une balle, que le contenu est projeté en l'air, que la paroi est disloquée et que ses bords déchirés sont renversés dans tous les sens, même dans celui du tireur. Il vit ensuite que les mêmes effets se produisent si au lieu d'une sphère close on emploie des cylindres de fer-blanc ouverts en haut; enfin, tirant sur un de ces réservoirs rempli de cervelle et fermé par un bouchon de bois, il vit que, tandis que la boîte

fut complètement déchirée, son contenu fut projeté dans tous les sens, en avant, latéralement et en arrière du côté du tireur. Dans les boîtes vides, au contraire, la balle ne laisse comme trace de son passage qu'un trou d'entrée et un trou de sortie arrondis. Dès lors on ne pouvait plus invoquer la force centrifuge seule mais, d'après Busch, l'augmentation de la pression hydraulique jouait aussi son rôle dans la production des phénomènes; l'action de la force centrifuge ne pouvait en effet expliquer la projection en arrière.

Busch, voulant se rendre compte de la justesse de son hypothèse, expérimenta ensuite en se servant de diaphyses pleines et de diaphyses vides. Il choisit des os plus gros que ceux de l'homme, les fit scier en travers par le milieu et vider de leur moelle; après plusieurs échecs il réussit à obtenir sur une moitié d'humérus de bœuf un séton simple; il fixa ce fragment à l'autre moitié de l'os avec du plâtre, fit boucher les ouvertures du séton, remplir le canal médullaire avec de la graisse et fermer l'ouverture de l'épiphyse qui avait été faite pour ce remplissage; ayant atteint d'une balle l'os ainsi préparé, il le vit voler en éclats projetés dans toutes les directions, en avant, latéralement et en arrière du côté du tireur. Un autre os préparé de la même façon, mais vide, atteint par une balle fut fracturé comminutivement, mais, de ses fragments projetés assez loin, aucun ne se dirigea en arrière dans la direction du tireur. Cette expérience confirmait les précédentes d'un façon éclatante; il semblait donc démontré que l'augmentation brusque de la pression intérieure, due à l'entrée du projectile dans le contenu de la sphère, des boîtes ou du canal médullaire expliquait l'éclatement du contenant et pouvait être regardée comme la cause des phénomènes explosifs.

Nous verrons plus tard quelles objections soulève cette interprétation et qu'il s'en faut que la pression s'exerce

toujours dans tous les sens également. Il est cependant certain maintenant que le phénomène de projection en arrière observé par Busch n'est pas si exceptionnel qu'on l'a cru depuis; l'idée est venue à Tillman d'enregistrer les images par le cinématographe, et je vous rappelle les figures cinématographiques représentant une perforation du crâne publiées par Nimier; on voit nettement dans l'une d'elles la substance cérébrale projetée en arrière à la plaie d'entrée; cette question mérite donc d'être étudiée avec l'aide de ce nouveau et précieux moyen d'enregistrement que donne le cinématographe.

L'expérience primordiale de Busch a été le point de départ d'un très grand nombre de recherches; Kocher, Reger, von Brun's, Kikusi, Gory, Démosthène, von Coler et Tscherning, bien d'autres encore les ont répétées et variées de multiples façons; nous-même, nous en avons exécuté chaque année devant les chirurgiens militaires suisses.

Nous allons résumer aussi clairement que nous le pourrons les principaux travaux publiées sur ce sujet, chercher à en dégager les conclusions et finalement nous prononcer sur la valeur de l'hypothèse de Busch.

Kocher a été un des premiers à varier et à multiplier les expériences et il les a relatées dans le chapitre de son mémoire intitulé : « La signification de la présence de liquide dans les tissus humains au point de vue de l'action des projectiles. »

La première de ces expériences, dont je vous ai parlé à propos de la pénétration fut faite en tirant avec le Vetterli à 30 m. de distance dans une masse liquide renfermée dans une baignoire; le réservoir présentait une longueur de 345 cm., une largeur de 56 cm. et une hauteur de 61 cm. Les coups furent tirés dans le sens de la longueur et on avait découpé du côté du tireur une ouverture ronde où le métal avait été remplacé par une peau de tam-

bour, de façon à éviter une déformation du projectile avant son entrée dans l'eau. Une série de coups furent tirés avec la charge entière, c'est-à-dire avec 410 m. de vitesse, et avec des balles de plomb mou, de plomb dur, de cuivre, de métal Rose et enfin des balles d'étain creuses; dans une seconde série, la vitesse du projectile n'était plus de 410 m. mais de 250 m., et on se servit de balles de plomb mou, de cuivre et d'étain creuses; enfin, dans une troisième série, la vitesse fut encore abaissée à 150 m. et on ne se servit que de balles de plomb mou. Je vous ai déjà indiqué les résultats obtenus pour ce qui concerne la pénétration et la déformation de certains de ces projectiles; au point de vue qui nous occupe maintenant, voici ce que montra l'expérience : au moment de la pénétration des balles de plomb mou avec 410 m. de vitesse, l'eau contenue était projetée à une hauteur de plusieurs mètres et retombait en douche, tandis que le réservoir éclatait; Kocher, qui avait employé d'abord un réservoir moins long, avait dû le changer contre celui dont je vous ai dit les dimensions, parce que le premier était complètement détérioré à chaque coup et il dut encore le fortifier par des cercles métalliques.

Pour faciliter les expériences, Kocher se servit ensuite de cylindres de fer blanc de 12 cm. de diamètre et de 18 cm. de hauteur, fermés en bas, ouverts en haut et remplis d'eau; le résultat fut le même, c'est-à-dire que l'eau était projetée en l'air et que les boîtes étaient disloquées. Socin, qui avait répété ces expériences, m'a donné pour ces leçons une série de 12 boîtes de fer blanc qui avaient été tirées par séries de trois, les trois premières vides, trois autres remplies d'eau, trois autres de sable humide et enfin les trois dernières de billes rondes. Tous les coups ont été tirés avec le Vetterli à 12 pas de distance, mais pour la première boîte de chaque série on a employé une charge de 2,6 gr. de poudre, pour la seconde une demi-

charge, c'est-à-dire de 1,3 gr., et pour la troisième une charge de 1 gr. de poudre seulement.

Les effets sont les suivants : avec la charge entière, tandis que les boîtes vides présentent simplement un orifice d'entrée et un autre de sortie ronds ou peu s'en faut, celles qui sont remplies soit d'eau, soit de sable humide, sont disloquées, souvent désoudées dans toute leur longueur, et il n'est pas possible de trouver un orifice de sortie; l'eau ou le sable, au moment du coup, ont été projetés en l'air. Si la charge est diminuée de moitié ou réduite à 1 gr., les orifices dans les boîtes vides ou pleines sont à peu près semblables et celles qu'on avait remplies d'eau ou de sable humide n'ont pas éclaté, il y a peu ou pas de projection du contenu. Les effets explosifs se produisent donc soit avec un contenu liquide, soit avec un contenu demi-liquide, et ces effets, évidents et intenses avec la charge entière, cessent de s'effectuer lorsque la charge est diminuée. Il faut ajouter que les effets sont bien plus intenses avec un contenu liquide qu'avec un contenu demi-liquide et que la teneur en liquide, dans ce dernier cas, fait varier leur intensité. Ces expériences ont été répétées par divers auteurs avec le même dispositif ou avec d'autres analogues et les résultats ont été invariablement les mêmes; de plus, si les boîtes sont remplies de sciure de bois sèche, les effets sont les mêmes que si elles sont vides.

Il semble donc découler de ces expériences que les effets explosifs sont dus à la présence du liquide, c'est-à-dire d'une substance incompressible, sur le trajet des projectiles. Si, comme l'ont fait Kocher et un grand nombre d'expérimentateurs, on remplit les boîtes de chair musculaire, on voit les mêmes phénomènes se produire, à condition que le projectile soit animé d'une suffisante vitesse. Si l'on prend comme cible des organes tels que le foie, la rate ou un crâne rempli de son cerveau, on voit encore l'explosion se produire avec une intensité variable, plus

accusée pour le crâne plein que pour le foie, plus pour le foie que pour les masses musculaires; toujours il faut que la balle ait une vitesse assez considérable, sans quoi l'explosion fait défaut.

S'il est exact que l'explosion soit due à la brusque élévation de la pression hydraulique amenée par la pénétration de la masse du projectile, il doit en résulter que, plus le diamètre de celui-ci est fort, plus l'explosion est intense. C'est en effet ce que l'on peut vérifier en tirant comparativement avec des balles de différents calibres; plus le calibre est fort, plus l'explosion est intense pour la même vitesse et plus le calibre est fort, plus est étendue la zone de tir dans laquelle se produit l'explosion.

Je vous ai déjà dit que l'intensité des phénomènes explosifs a considérablement diminué par le fait de la réduction du calibre de nos armes et j'ajoute que, tandis qu'à 400 m. de distance, le Vetterli produisait encore des blessures explosives dans les membres, on n'en a observé que très exceptionnellement dans les guerres actuelles, même pour des coups à courte distance. Ce n'est pas seulement la diminution du calibre, mais encore l'adoption de la cuirasse qui ont eu cette conséquence. Tandis que les balles de plomb, surtout celles de plomb mou, se déformaient facilement et que par ce fait leur diamètre, au moment de la blessure, se trouvait agrandi, il n'en est plus de même aujourd'hui. Cela est si vrai que les balles dum-dum ou les balles évidées de 7 mm. produisent des effets explosifs intenses, parce qu'elles se déforment et par conséquent s'élargissent; l'explosion est même plus intense avec ces balles qu'avec les anciennes armes de 10 mm. parce que leur vitesse est bien supérieure.

Si on tire sur un long bloc de terre glaise molle avec une balle de plomb et avec une balle d'acier, comme l'a fait le colonel Henrard, on voit dans le premier cas se creu-

ser une énorme excavation, et dans le second un trajet presque cylindrique.

De tout ceci semble résulter que l'explosion dans les milieux liquides ou demi-liquides est en rapport direct avec la vitesse des projectiles et avec leur diamètre, et que ceux-ci ne sont capables de la produire qu'à partir d'une certaine vitesse, variable suivant que, d'autre part, le diamètre est plus ou moins grand. Ceci admis, on a voulu faire plus et évaluer l'élévation de la pression produite dans le milieu traversé au moment de l'explosion.

Reger adapta un manomètre soit à des boîtes fermées remplies d'eau, soit à des crânes d'animaux, soit à des diaphyses ou des épiphyses de cadavres, et il obtint les chiffres suivants :

	Pression.	
Boîtes remplies d'eau .	$^3/_4$ à 2 $^1/_4$	atmosphères.
Crânes frais de mouton	1 $^1/_2$ à 2	»
Diaphyses	1 $^1/_4$ à 2 $^1/_4$	»
Epiphyses	$^1/_2$ à 1 $^1/_4$	»

Von Brun's fit remarquer qu'en réalité Reger ne pouvait enregistrer, avec son manomètre, que des chiffres correspondant à la pression nécessaire pour produire l'éclatement et que, dans la réalité, la pression totale exercée devait être bien supérieure. Aussi employa-t-il un grand réservoir métallique très résistant et pouvant supporter des pressions bien plus énergiques que celles obtenues par Reger; le tir fut exécuté avec le fusil de 11 mm. et celui de 7,65 et avec des balles soit en plomb mou, soit à manteau d'acier.

Voici le tableau des résultats obtenus :

Calibre 11mm.

Distances.	Vitesses rest.	F. v. en kgr.	Cuir. d'acier. Pression en atm.	Plomb mou. Pression en atm.
900m	207m	55	—	0,7
800m	227m	66	—	1,7
400m	275m	96	5,3	5,5
100m	375m	179	7	8,6
25m	430m	235	$15 + x$	$15 + x$

Calibre 7,65.

Distances.	Vitesses rest.	F. v. en kgr.	Cuir. d'acier. Pression en atm.
800m	298m	64	0,7
400m	386m	109	3,7
100m	529m	205	7,4
25m	605m	265	8,8

Ces chiffres montrent quelle énorme pression détermine dans la masse liquide la pénétration du projectile, puisqu'elle dépasse 15 atmosphères avec la balle de 11 mm. tirée à 25 m.; remarquons en outre que le projectile réduit de 8 mm. en détermine une bien moindre qui ne dépasse pas 8,8 atmosphères à la même distance. Nous voyons aussi que le chiffre de la pression est indépendant de la masse, mais est influencé par le diamètre en raison directe puisqu'à calibre égal la pression est plus forte avec la balle de plomb mou qui se déforme, c'est-à-dire augmente de diamètre, qu'avec la balle cuirassée.

Il faut bien dire que les expériences de von Brun's ont été faites avec des charges réduites, ce qui ne permet pas de les considérer comme complètement exactes et que, de plus, le tir a été effectué sur un réservoir ouvert, ce qui, naturellement, ne permet pas d'enregistrer la pression totale réellement exercée.

C'est pour remédier à ces imperfections expérimentales

que von Coler a adopté un dispositif différent; le réservoir est une boîte cylindrique en cuivre fermée, à laquelle est adapté un manomètre spécial; ce réservoir était, dans les expériences, rempli tantôt d'eau, tantôt de matière cérébrale, et voici les résultats obtenus :

	Balle à cuirasse d'acier calibre.	Distance.	Pression.
Masse cérébrale	8mm	50m	18 atm.
Eau.	8	50	19,5
Eau.	8	100	7, 13, 20, 17
Eau.	8	200	16
Eau.	8	400	20

Ces chiffres, comme on le voit, ne répondent pas à la loi que l'on pouvait déduire des expériences précédentes; la pression a été très irrégulière, variant de 7 à 20 atmosphères à 100 m., par exemple; son augmentation n'est pas proportionnelle à la distance puisqu'à 400 m. elle a été de 20 atmosphères comme à 100 m. et qu'à 50 m. elle n'a pas dépassé 19,5 atmosphères. Comme le pensait von Coler, le manomètre enregistre bien une augmentation de pression, mais il ne peut la mesurer exactement parce qu'en réalité les effets mécaniques dus au passage d'un projectile sont tout à fait différents de ceux qui se passent dans une presse hydraulique.

Un fait qui vient à l'appui de cette assertion, c'est que les phénomènes de l'explosion ne se produisent pas uniquement dans les parties liquides ou demi-liquides de l'organisme renfermées dans des enveloppes inextensibles, mais aussi dans des organes qui ne présentent pas ces conditions; comme types des premières, nous avons le crâne rempli par le cerveau ou les diaphyses; comme exemple des autres, la vessie, à contenu liquide, mais à enveloppe extensible, le foie ou la rate, à contenu mou,

mais solide et à capsule extensible et élastique, les muscles dépourvus d'enveloppe continue. D'autre part, l'observation montre que des phénomènes absolument semblables à ceux de l'explosion se passent dans des parties solides comme les os compacts; enfin, nous ne pouvons appliquer la théorie de Busch que pour les parties composées de substances incompressibles ou au moins très peu compressibles et nous voyons au contraire que les phénomènes explosifs se produisent dans des parties qui ne possèdent pas cette qualité.

Kocher a fait une série d'expériences en prenant pour but différents objets solides tels que des blocs de plomb, des plaques de molasse, des boîtes renfermant des cailloux ou des billes et avec chacun de ces objets il a vu, ainsi que les expérimentateurs qui l'ont imité, que les effets du passage du projectile, bien loin de se faire sentir sur son trajet seulement, se propagent à une certaine distance; il a constaté de plus que leur intensité, loin d'être égale en tous sens, est surtout accusée dans la direction de la sortie. Un des objets expérimentaux qui donne les résultats les plus démonstratifs sous ce rapport, ce sont les boîtes remplies de billes rondes. Dans le tir à courte distance on voit, au moment du coup, les billes projetées au dehors et l'examen de la boîte montre qu'elle présente sur toute sa surface, sur le fond comme sur ses parties latérales, des bosselures dues au choc violent des billes; or ces bosselures sont plus proéminentes sur la paroi opposée à l'entrée de la balle; autour de l'orifice d'entrée il y en a il est vrai, ainsi que sur le fond, mais leur saillie est notablement moindre. Il semble donc que les billes se sont comportées comme le liquide, et cependant, non seulement elles sont compressibles mais encore elles sont séparées par des vides.

Dans les tirs sur des blocs d'argile, de savon, de cire nous voyons de même qu'aux courtes distances les effets

s'étendent au loin et que d'énormes excavations se creusent au moment du passage de la balle.

Parmi les expériences de tir sur les solides, celles dans lesquelles on prend pour cible des plaques de verre sont très intéressantes et très suggestives; nous les avons maintes fois répétées et voici ce que nous avons observé : le tir a été exécuté sur des plaques de verre carrées de 40 cm. de côté, encadrées et recouvertes sur leur partie postérieure d'une feuille de papier noir collé, pour empêcher les débris de se détacher. En tirant à charge entière à 50 m. de distance avec le Vetterli, nous trouvons une perforation à peu près ronde du calibre du projectile; tout autour de cette perforation une multitude de fissures très rapprochées les unes des autres et de 3 ou 4 cm. de longueur lui font comme une auréole; d'autres fissures s'étendent au loin et peuvent atteindre jusqu'au cadre, elles sont plus ou moins ondulées; l'auréole n'est pas formée uniquement par des fissures rayonnantes mais aussi par d'autres fissures, concentriques à l'orifice, de sorte qu'au niveau de cette auréole le verre est morcelé à l'infini et qu'au lieu d'être transparent il est devenu opaque et blanc; enfin les grandes fissures rayonnées sont elles aussi recoupées par de grandes fissures concentriques ondulées de sorte que le verre est découpé à la façon d'un jeu de patience. Chose à noter, il arrive souvent que si on passe le doigt au niveau des grandes fissures on s'aperçoit que le verre est aussi lisse que s'il était intact, la fissure s'est faite dans son épaisseur et n'a pas atteint la surface antérieure.

Ce qui se passe dans nos plaques de verre est très analogue à ce qui se produit dans les os compacts; dans les fractures du crâne, par exemple, nous observons des fissures rayonnées et des fissures concentriques, mais leur forme, en raison de la différence de la matière, n'est cependant pas tout à fait la même. Les fissures qui morcèlent en esquilles les diaphyses doivent encore en être

rapprochées bien que, dans le crâne comme dans les diaphyses, le phénomène soit complexe.

Ce que nous venons de voir semble indiquer que l'explosion se produit alors par la combinaison de deux effets, l'un dû à l'atteinte de l'enveloppe solide et l'autre à celle du contenu demi-liquide. Dans tous les cas il ressort des expériences de tir sur des cibles solides que la propagation à distance du trajet, ce que l'on a appelé les effets latéraux, est l'analogue de l'explosion pour les objets liquides; on peut se demander si grâce à la vitesse énorme des projectiles les molécules des parties solides, c'est-à-dire compressibles, n'ayant pas le temps de céder et de se tasser ne se comportent alors comme si elles étaient incompressibles.

Nous allons voir ce qu'il paraît en être en examinant les objections que soulève l'hypothèse de Busch; voici ces objections : 1° la théorie de l'augmentation de pression hydraulique n'est valable qu'en ce qui concerne les blessures de parties liquides ou au moins demi-liquides renfermées dans une enveloppe inextensible et close; or nous ne connaissons aucun organe qui présente ces dispositions et les expériences ont montré que les effets explosifs se produisent dans les réservoirs ouverts et non pas seulement dans ceux qui sont clos comme la sphère de Busch.

2° Si l'hypothèse de Busch était réellement applicable, il faudrait que l'augmentation de pression se fît sentir également dans toutes les directions. Ce n'est pas le cas, et nous avons vu par exemple, que, dans l'expérience de la boîte remplie de billes, les empreintes sont plus marquées du côté de la sortie.

3° Von Coler a fait remarquer que par le trou d'entrée s'échappe aussitôt le liquide contenu et que par conséquent la pression doit immédiatement baisser.

4° Von Coler encore a montré que si on tire sur un cylindre de plomb, hermétiquement clos, les effets sont dif-

férents suivant qu'il est vide ou rempli d'eau; dans le premier cas nous trouvons deux orifices arrondis, l'un d'entrée et l'autre de sortie et le cylindre a gardé sa forme; dans le second le résultat est tout autre, l'orifice d'entrée est rond, celui de sortie est irrégulier à grands lambeaux dirigés en dehors, et, de plus, la forme primitive du cylindre est complètement changée, le couvercle et le fond, de plats qu'ils étaient, sont devenus bombés et la même déformation s'est faite sur les parois latérales de sorte que la capacité du cylindre a augmenté; il est frappant de voir que le maximum de déformation correspond au niveau du passage du projectile et que cette déformation est bien plus accusée à l'orifice de sortie que partout ailleurs. Enfin si, comme l'a fait von Coler, on jauge le cylindre déformé, on constate que sa capacité a augmenté d'une quantité équivalant à plus de 300 fois le volume du projectile lui-même. Il est clair que l'augmentation de capacité devrait être égale au volume même du projectile si les effets produits n'étaient dus qu'à l'augmentation de la pression hydraulique.

On ne peut donc accepter telle quelle l'hypothèse de Busch, elle ne peut s'appliquer intégralement à aucune partie de l'organisme puisque nulle part nous n'y trouvons un liquide renfermé dans une enveloppe inextensible et close; elle ne peut nous donner la raison des phénomènes explosifs observés dans les parties solides ou demi-solides; elle ne tient compte que de la masse du projectile et pas du tout de ses qualités dynamiques.

C'est pourquoi von Coler a proposé de changer le terme de pression hydraulique contre celui de *pression hydrodynamique* qui tient compte de ces propriétés et a émis l'hypothèse que je vous ai donnée au commencement de cette étude comme la septième et dernière de la liste.

Voici comment cet auteur a cherché à expliquer les effets explosifs des projectiles aux courtes distances.

Les différents tissus organiques, comme les différents objets expérimentaux peuvent être solides ou liquides, c'est-à-dire compressibles, peu compressibles ou presque incompressibles; ils peuvent être élastiques ou non élastiques. Les liquides sont presque incompressibles, ils sont peu cohérents, labiles et non élastiques; les gaz sont éminemment compressibles, éminemment labiles et élastiques, les solides compressibles, cohérents et plus ou moins élastiques.

Dans les corps solides, d'après von Coler, le travail mécanique effectué par un projectile est donc employé à détruire la cohésion, à effectuer la compression, à mettre en jeu l'élasticité, enfin une partie de sa force est encore absorbée par le frottement; si le corps solide est peu compressible la dépense est par ce fait diminuée.

S'il s'agit d'un corps liquide il faut très peu de force pour détruire la cohésion qui est presque nulle, il n'en est pas employé en frottement, encore moins en compression, la dépense est donc infiniment moindre.

Tandis que dans le cas d'une substance solide la dépense de force est grande et qu'il en reste fort peu de disponible. c'est justement l'inverse dans celui d'une substance liquide, la dépense ayant été faible, le surplus inemployé et disponible est grand.

Quel effet va donc produire cette réserve ? il va communiquer son mouvement aux molécules du but; celles-ci, animées d'une force vive considérable vont agir sur tout ce qui les entoure, en un mot produire des effets latéraux intenses, donner lieu à l'explosion; les molécules solides moins énergiquement chargées de puissance en produiront de moindres.

Nous savons que les projectiles sont animés à la fois d'un mouvement de propulsion et d'un mouvement de rotation; ce sont ces deux mouvements combinés qui seront communiqués aux molécules atteintes et on comprend

que de cette association résulte leur projection en tous sens mais plus énergique dans la direction du trajet; ces molécules forment comme une gerbe de petits projectiles, doués chacun d'une force considérable malgré leur petite masse, grâce à la vitesse énorme qui leur a été communiquée. Cette représentation des phénomènes paraît bien répondre à la réalité et ne se heurte pas aux objections que soulève l'hypothèse de l'augmentation de la pression hydraulique.

L'hypothèse de von Coler me paraît être, de toutes celles que nous venons d'examiner, celle qui explique de la façon la plus exacte les phénomènes explosifs. Ces phénomènes seraient dus : *à la pression hydrodynamique et à la communication de vitesse aux molécules des tissus atteints, particulièrement de ceux qui sont incompressibles.*

Il reste encore, malgré tant de travaux, bien des points à élucider; nous ne sommes en particulier pas du tout au clair sur le rôle que le mouvement spiral imprimé par les rayures joue dans les phénomènes; si nous savons bien qu'il facilite la pénétration, la balle agissant comme une vrille, nous ignorons son importance réelle dans les blessures explosives ou du moins nous ne démêlons pas la valeur de la part qu'il y prend.

J'espère en tous cas, Messieurs, avoir éveillé votre intérêt pour les hypothèses que nous venons d'examiner et vous avoir montré que, si le problème n'est pas actuellement complètement résolu, un grand pas au moins a été déjà fait vers sa solution.



CHAPITRE V

THÉRAPEUTIQUE DES PLAIES
PAR
BALLES DE GUERRE

L'étude du traitement des plaies par balles de guerre a pour but de déterminer quelles sont les méthodes thérapeutiques théoriquement les meilleures, mais aussi d'établir si elles peuvent être appliquées en chirurgie de guerre, dans quelle mesure et par quels moyens; nous aurons à examiner chemin faisant la tâche et le rôle des différentes formations sanitaires.

Le chirurgien d'armée se trouve dans des conditions très différentes de celles de la vie civile; pendant et après le combat le sol est jonché de blessés et il faut les relever et les mettre aussi rapidement que possible à l'abri de nouvelles blessures, enfin faire le nécessaire pour permettre à ceux dont les lésions réclament une intervention rapide d'être transportés le plus vite possible à l'hôpital de campagne; il faut enfin que tous ces blessés arrivent en lieu sûr dans un état satisfaisant, c'est-à-dire sans avoir été infectés.

Voyons comment on peut chercher à remplir ces indications primordiales.

PREMIER PANSEMENT

Quelle est en campagne la meilleure méthode de pansement immédiat ? Il va de soi que la thérapeutique actuelle ne peut être qu'antiseptique ou aseptique, comme dans la pratique civile, et l'histoire, pleine d'intérêt, de la chirurgie de guerre dans les 25 ou 30 dernières années, démontre avec évidence la supériorité de ces deux méthodes sur toutes les autres. Elle montre aussi la nécessité de leur application immédiate; en chirurgie d'armée s'applique strictement la formule de Nussbaum : *le sort d'un blessé dépend du premier pansement appliqué.*

Je vous citerai, non pour vous convaincre, il n'en est pas besoin j'en suis certain, mais pour illustrer ce que je viens de dire, deux mémoires déjà anciens, l'un de notre compatriote, le docteur Ehrni Greiffenberg, et le second du chirurgien russe Reyher.

Ehrni a publié sur son activité chirurgicale au service hollandais dans la guerre du sultanat d'Atjeh un récit plein d'intérêt, particulièrement en ce qui touche au sujet qui nous occupe. Les troupes hollandaises avaient à combattre un ennemi sauvage et cruel; les blessés qui avaient le malheur de tomber entre ses mains étaient exposés aux pires tortures; pour vous en donner un exemple qui fait frémir, voici une de leurs plus diaboliques inventions : le blessé était lié, attaché au pied d'un arbre, couché sur le dos dans l'impossibilité de faire le moindre mouvement et la bouche maintenue ouverte au-dessous d'un cadavre, de façon à ce que les liquides de décomposition y tombassent goutte à goutte. Vous comprenez la terreur des soldats et leur crainte de tomber aux mains de l'ennemi, la

nécessité de relever immédiatement tout homme blessé, de l'emmener avec la colonne qui suivait ordinairement à la file indienne les digues des rizières. Dès qu'un homme était touché, le chirurgien et un infirmier s'empressaient de découvrir la blessure, de la saupoudrer d'iodoforme, de la recouvrir d'une compresse et d'un gâteau d'ouate, de fixer le tout avec une bande; ils complétaient le pansement par un appareil immobilisateur en cas de fracture, et le blessé était immédiatement emporté. Impossible de songer à faire plus, faute de temps, faute aussi d'objets indispensables, d'eau propre en particulier; et cependant les résultats furent surprenants. Ehrni nous dit que pendant les dix-huit mois qu'il passa au service à l'hôpital de Kotta-Ranja il ne vit pas, sur environ 450 blessés qui passèrent par ses mains, *un seul cas* de septicémie ou de pyoémie et qu'il n'eut jamais à pratiquer l'amputation de la cuisse pour sauver la vie en cas de fracture. Le pronostic pouvait être assuré bon, sans la moindre hésitation, dit-il, et quelle que fût la lésion (plaies pénétrantes des articulations, fractures compliquées, plaies des gros troncs vasculaires, ouvertures des cavités viscérales), pourvu que la plaie arrivât aseptique à l'hôpital, et c'était le cas avec la méthode de pansement immédiat adoptée.

Le récit de notre compatriote est, vous le voyez, l'illustration la plus démonstrative de la justesse de la formule de Nussbaum et peut se résumer ainsi : *pansement antiseptique immédiat, pas d'infection.* Et cependant, comme cette procédure est loin de rappeler les précautions minutieuses du pansement antiseptique tel que Lister le préconisait au début de ses travaux!

Le mémoire de Karl Reyher, paru dans les Klinische Vorträge de Volkmann, n'est pas moins démonstratif; sous un certain rapport il l'est plus encore, parce que cet éminent chirurgien put comparer les résultats de l'application immédiate des principes de la méthode antiseptique

avec ceux que donnaient non seulement leur application tardive, mais encore ceux d'autres méthodes non antiseptiques employées par d'autres chirurgiens.

Reyher avait pendant la guerre russo-turque la direction d'une ambulance modèle, due à la munificence de la grande duchesse Olga Fedeorowna et munie de tout l'outillage nécessaire pour appliquer sur le champ de bataille la méthode antiseptique, telle qu'on la connaissait alors dans la pratique hospitalière civile. Un certain nombre de blessés, relevés par le personnel de l'ambulance, furent d'emblée mis au bénéfice du traitement antiseptique, d'autres y furent amenés après avoir été examinés et pansés par les chirurgiens militaires, suivant les anciens errements, c'est-à-dire déjà infectés; enfin une dernière catégorie comprenait les blessés qui n'avaient été traités par les moyens antiseptiques à aucune période de leur maladie. Prenons en premier lieu comme exemple les plaies pénétrantes du genou avec enclavement du projectile, au nombre de 28 et soumises au traitement conservateur : dans 4 cas le traitement antiseptique a été appliqué dès le début et tous les quatre se sont terminés par la guérison, avec conservation des mouvements; mortalité 0 %; 15 cas semblables n'ont été mis au bénéfice de l'antisepsie qu'après avoir subi des manipulations non antiseptiques; un seul de ces blessés a guéri après une amputation secondaire, 2 sont morts après une amputation intermédiaire et 8 ont succombé sans aucune intervention; mortalité 93,3 %; enfin 9 cas traités sans le secours de l'antisepsie se sont tous terminés par la mort, 4 sans intervention et 5 après une amputation secondaire; mortalité 100 %.

D'autres tableaux du mémoire de Reyher nous donnent la mortalité de toutes les blessures articulaires traitées par la conservation; 27 cas traités antiseptiquement dès le début ont donné une mortalité de 14,8 %; 78 cas traités d'abord sans antisepsie puis mis au bénéfice de celle-ci

une mortalité de 61,5 % et 65 traités sans antisepsie un chiffre de morts de 62,9 %.

Enfin voici encore d'une part 22 fractures traitées antiseptiquement dès le début, de l'autre, 65 dans lesquelles l'antisepsie n'a été appliquée qu'après un temps plus ou moins long, et, les unes et les autres soit par la conservation, soit par diverses interventions chirurgicales; les premières ont donné une mortalité de 18,1 % et les secondes de 35,3 %.

Les résultats relatés par Ehrni et par Reyher sont d'autant plus démonstratifs qu'ils datent d'une époque déjà assez reculée et où l'expérience en matière d'antisepsie était encore incomplète; ils montrent cependant quel énorme changement dans le pronostic amenait son application immédiate aux blessures de guerre.

Il ne peut donc y avoir aucun doute sur le choix de la méthode à appliquer aux blessures de guerre et, puisque dans l'immense majorité des cas c'est à l'infection et à ses conséquences que succombent les blessés, c'est à prévenir si possible cette infection que doivent tendre tous les efforts; les moyens à employer nous sont dictés par les principes de la méthode antiseptique.

Ceci posé comment pouvons-nous en faire l'application en temps de guerre ? c'est ce que nous avons maintenant à examiner.

Reportez-vous à ce que nous avons dit des causes de l'infection, du mode et du moment de leur action; vous vous souvenez que, si théoriquement les plaies par balles ne peuvent être considérées comme absolument aseptiques, si le projectile peut être lui-même porteur de microbes, si souvent des parcelles de vêtement ou d'équipement, ténues il est vrai, pénètrent avec lui et si forcément toujours des débris du tégument broyé à l'entrée ont été entraînés dans la blessure, l'expérience a cependant montré, et surabondamment dans les guerres modernes, que la dose de ces

matériaux infectieux est presque toujours assez minime pour que l'organisme se défende victorieusement et que la suppuration soit évitée, mais à la condition qu'aucune infection secondaire ne se produise. *Par conséquent la blessure fraîche peut être regardée dans la grande majorité des cas comme pratiquement aseptique.* Dès lors il suffit de prévenir une contamination ultérieure.

Il y a cependant une catégorie de blessures qui doit être mise à part, c'est celle des plaies cavitaires dans lesquelles une muqueuse a été lésée; les plaies de la bouche, du pharynx, de l'intestin, même fraîches, ne peuvent jamais être regardées comme aseptiques, parce qu'elles se trouvent en rapport direct avec des organes riches en microbes pathogènes.

Ces cas mis à part, c'est la contamination secondaire que nous avons à craindre et que nous devons chercher à prévenir ou à combattre.

La *contamination secondaire* peut provenir soit du contact de la plaie avec les vêtements du blessé, ou avec des objets extérieurs tels que le sol sur lequel il est tombé, soit des manipulations des chirurgiens ou des infirmiers, du contact des doigts ou d'instruments non stériles, soit enfin de l'application d'objets de pansement impurs.

De tout ceci découlent les conséquences suivantes : en premier lieu les blessés doivent être le plus rapidement possible secourus de façon à ne pas laisser le temps à une contamination grave par les vêtements ou par le sol de se produire; en second lieu on doit absolument proscrire toute exploration digitale ou instrumentale sur le champ de bataille; en troisième lieu il faut recouvrir la blessure d'un pansement protecteur de façon à empêcher une contamination ultérieure.

Malheureusement il n'est pas toujours possible dans les guerres modernes de relever rapidement les blessés, à cause de leur nombre énorme, de l'étendue des champs de

bataille, de la durée des combats et de l'insuffisance numérique du personnel sanitaire; il va de soi que la pratique des Hollandais à Atjeh ne peut être imitée que dans des conditions analogues et exceptionnelles, c'est-à-dire dans les engagements d'un petit nombre de combattants.

En dehors de ces cas particuliers, il arrive forcément que des blessés en grand nombre attendent longtemps, quelquefois plus de vingt-quatre heures, les secours médicaux et se trouvent pendant cette longue attente exposés aux causes diverses d'infection que je vous ai indiquées.

Comment parer au danger que fait courir cette temporisation forcée ? On a cherché à le faire en munissant chaque combattant d'un matériel de pansement suffisant pour recouvrir sa blessure, c'est ce que l'on a appelé le *paquet individuel*. Cette innovation a soulevé de nombreuses polémiques; on a dit avec raison que bon nombre de blessés se trouvent dans l'impossibilité d'utiliser ce paquet, que souvent la blessure, si elle siège aux membres supérieurs, l'empêche de le sortir ou de l'appliquer, que fréquemment la plaie occupe une région que le blessé ne peut voir, etc. On a répondu que si le blessé ne peut se panser lui-même un camarade peut le faire à sa place, qu'en tout cas les infirmiers trouvent sur l'homme tombé le matériel nécessaire, tandis qu'ils ne peuvent s'en charger eux-mêmes en quantité suffisante. C'est en définitive à l'expérience pratique que nous devons demander la solution de cette question. Si elle n'est peut-être pas encore définitivement tranchée, cependant ce que nous savons des dernières guerres semble de nature à nous faire considérer le paquet individuel comme réellement utile; ce paquet a rendu des services aux troupes françaises au Tonkin; les Anglais au Transvaal et les Japonais paraissent l'avoir utilisé avec d'heureux résultats et, malgré toutes les objections, l'idée a fait son chemin; il est clair que l'expérience doit être prolongée avant un verdict définitif; si elle montre que le paquet

individuel est en réalité utilisable dans une proportion importante de cas, son adoption générale s'imposera.

Le sort du blessé dépendant de la non contamination de sa plaie et une protection rapide de celle-ci étant la condition de cette non-contamination, on ne voit pas de meilleure façon de l'assurer que de mettre dans les mains du blessé lui-même le matériel indispensable.

Si au contraire les faits démontraient que le paquet individuel ne peut être utilisé qu'exceptionnellement, il faudrait trouver d'autres moyens d'arriver à mettre à l'abri de l'infection les blessés innombrables qui jonchent les champs de bataille de nos jours et dans ce but donner aux infirmiers et brancardiers la possibilité de transporter rapidement un matériel de pansement suffisant auprès des blessés; dans ce siècle où les moyens de communication rapides se sont si étonnamment perfectionnés rien ne nous dit que l'on ne puisse pas y parvenir.

Une autre difficulté inhérente aux conditions de la guerre c'est le défaut d'un personnel sanitaire en rapport avec le travail à accomplir; après la bataille il faudrait pour réaliser simplement, et dans un court délai, la protection des plaies d'innombrables blessés et pratiquer les opérations urgentes, le travail d'un énorme personnel et des installations convenables, et c'est ce qui manque; lorsque le combat continue et que les projectiles pleuvent, comment procéder avec la minutie indispensable par exemple aux trachéotomies, aux trépanations, aux laparotomies ? cela ne se peut pas. Il faut donc se résoudre à faire la part du feu et à organiser le service de façon à sauver le plus de vies possible. Nous allons examiner rapidement quelle est, d'après les expériences faites, l'organisation qui paraît la meilleure sous ce rapport.

Le but principal et primordial étant de mettre le plus grand nombre de blessures à l'abri de la contamination, c'est-à-dire de les recouvrir d'un pansement protecteur,

leur nombre étant considérable et celui du personnel sanitaire étant restreint, il faudra beaucoup de temps à chacun des membres de ce dernier pour panser sa part de plaies; il faut donc en premier lieu disposer de moyens de pansement d'une application aussi rapide que possible tout en étant efficaces.

Sous ce rapport la pratique a montré que les pansements secs sont préférables à tous les points de vue; ils peuvent être préparés d'avance en quantités suffisantes, ils sont rapidement appliqués, ne nécessitent pas un approvisionnement d'eau pure et stérilisée qui fait forcément défaut, ils sont absorbants et de ce fait favorisent la formation de la croûte protectrice, la barrière la plus efficace contre les invasions microbiennes; il ne devra donc entrer dans la composition de ce pansement aucune lame imperméable qui maintiendrait l'humidité et s'opposerait à l'évaporation.

Les chirurgiens habitués aux minutieuses désinfections de leurs mains et de la région opératoire s'étonneront que nous ne fassions pas précéder l'application du pansement du nettoyage de la peau qui environne la plaie; c'est que cette désinfection est impossible et que si elle était possible elle serait plus nuisible qu'utile; le temps manque et même s'il ne manquait pas on ne peut avoir à sa disposition les liquides nécessaires et en premier lieu de l'eau pure; un chirurgien anglais a dit que pour utiliser l'eau du Velt au Transvaal il faut la filtrer, ensuite la faire bouillir et qu'après ces deux opérations elle est tout à fait impropre à l'usage chirurgical et bonne à jeter. D'autre part les lavages faits sur le champ de bataille exposent à ensemencer la plaie elle-même avec les microbes de la peau voisine entraînés, tandis que ces microbes laissés à sec sont bien moins dangereux. Donc pas de lavages. Dans ces conditions il me semble que l'on ne peut songer à adopter un pansement simplement aseptique, celui-ci n'ayant au-

cune action sur les micro-organismes qui existent forcément autour de la plaie; il faut empêcher leur action nocive et par conséquent le pansement, pour être vraiment protecteur, doit d'une part empêcher les microbes du dehors de pénétrer et de l'autre détruire ceux qui existent autour de la lésion ou au moins entraver leur action; le pansement sera donc antiseptique et renfermera dans sa composition des substances microbicides.

En résumé : *application rapide d'un pansement sec, perméable et antiseptique.*

Le choix de l'antiseptique reste à faire; nous avons d'une part les substances antiseptiques pulvérulentes, comme l'iodoforme ou ses succédanés, la cendre employée par les Japonais, etc., et d'autre part les antiseptiques solubles au moyen desquels on peut préparer des gazes antiseptiques, le sublimé, le sel Alembroth, etc. Ces deux catégories d'antiseptiques ont chacune leurs avantages et leurs inconvénients, les substances pulvérulentes ne sont pas toujours d'une application facile par le vent ou la pluie, les substances solubles peuvent s'altérer ou même disparaître dans les approvisionnements faits à l'avance; on ne peut donc aujourd'hui trancher la question et c'est encore à l'expérience à prononcer dans l'avenir. Peut-être la combinaison de badigeonnages iodés avec un pansement aseptique donnerait-elle de bons résultats tout en étant d'une application facile et rapide ?

Si nous consultons les publications faites sur les guerres les plus récentes nous voyons que pendant la guerre du Transvaal les Anglais appliquaient d'abord des pansements imperméables, que Makins les a déconseillés; que l'on désinfectait les abords de la plaie avec des antiseptiques et que la pratique a varié dans d'assez larges limites; on sait d'autre part que les Japonais employaient un pansement aseptique sans user d'aucun moyen de sté-

rilisation (Haga). La question est donc loin d'être tranchée et c'est encore à l'avenir de prononcer.

Les blessés devront subir des transports et il faut que le pansement soit assez bien fixé pour ne pas risquer de se déplacer, ce qu'il n'est pas toujours facile de réaliser et c'est encore un point pour lequel les recherches sont désirables. Les bandages, si bien faits qu'ils soient, sont exposés à se relâcher et on a proposé différents moyens de fixer le pansement avec des substances adhésives, mais je ne crois pas que jusqu'ici la perfection ait été atteinte.

ROLE DES DIFFÉRENTES FORMATIONS SANITAIRES

Le service sanitaire en campagne se subdivise en trois zones : la première comprend le service sanitaire du corps de troupes et une partie des ambulances, la seconde les hôpitaux de campagne et la troisième lès hôpitaux de l'arrière.

Quelles sont les attributions de chacune de ces zones ?

Première zone. — Sur le champ de bataille et à la place principale de pansement, on doit se borner à relever les blessés et à leur appliquer le pansement protecteur, à immobiliser les fractures et enfin, et cette besogne n'est ni la moindre ni la moins importante, à établir le diagnostic et à trier d'après ses données les blessés en catégories. La première catégorie est formée par les malheureux dont le sort est fatal et certain et pour lesquels la morphine est seule de mise; la deuxième : de ceux pour lesquels une intervention à brève échéance est nécessaire; la troisième :

des blessés graves à surveiller et enfin la quatrième : des blessés assez peu gravement atteints pour pouvoir être évacués immédiatement. Pendant ce triage les chirurgiens muniront les différents blessés soit d'une fiche de diagnostic, soit d'un signe indiquant la catégorie à laquelle ils appartiennent.

Il y a cependant deux genres de blessures qui nécessitent une intervention immédiate et qui ne peut être différée jusqu'au moment où les blessés arriveront à l'hôpital de campagne; ceux-ci seront donc opérés à la place principale de pansement. Je veux parler des plaies atteignant les voies aériennes supérieures et où la trachéotomie est urgente et les blessures des gros vaisseaux avec hémorragie menaçante.

Si les nouveaux projectiles peuvent aussi bien que les anciens produire des lésions de la première catégorie, les hémorragies graves, par contre, ont presque cessé d'être observées; les ligatures immédiates sont actuellement des opérations des plus rares en campagne; pendant la guerre russo-japonaise les blessés russes n'arrivaient presque jamais à l'ambulance munis de garrots ou de tourniquets et en présence d'une hémorragie artérielle les chirurgiens russes se bornaient à tamponner soigneusement et énergiquement la plaie. Nous avons vu du reste combien facilement se fait l'hémostase spontanée, dans les plaies dues aux projectiles réduits, même lorsqu'il s'agit d'artères de gros calibre. Il résulte de ceci que le personnel de la première ligne pourra se consacrer presque uniquement à l'immobilisation des fractures et à l'application du premier pansement ainsi qu'au triage des blessés.

Deuxième zone. — L'hôpital de campagne a un rôle déjà plus complexe et il est outillé de façon à pouvoir exécuter certaines interventions urgentes impossibles sur le champ de bataille même. Les blessés y arrivent en foule

munis de leur étiquette de catégorie. Ceux de la quatrième catégorie seront de suite évacués sur l'arrière puisque leurs blessures sont peu graves; tout au plus quelques pansements seront à vérifier et à assurer.

Pour ceux de la troisième, le diagnostic devra être vérifié et suivant les cas ils seront évacués avec un nouveau pansement ou retenus si l'urgence d'une intervention est reconnue ou si la surveillance nécessaire pour eux est de telle nature que le transport puisse leur être préjudiciable. Enfin ceux de la seconde seront immédiatement soumis au traitement convenable.

Si nous passons en revue les différentes catégories de blessures nous pouvons dire d'avance que les plaies des parties molles, les fractures et les plaies articulaires pourront être évacuées, sauf à rectifier certains pansements et surtout les appareils d'immobilisation et à mettre à part pour être opérées immédiatement les blessures qui seront reconnues infectées et dont la désinfection immédiate s'impose.

Les plaies de poitrine dont le pronostic est maintenant favorable pourront en général être évacuées de la même façon.

Quant aux plaies du crâne, l'enseignement de la guerre du Transvaal a montré que la désinfection immédiate du foyer est nécessaire; après que, pendant quelque temps, on les eut traitées par le pansement protecteur simple, on s'aperçut que, l'infection ayant fait son œuvre, les abcès et la méningite suppurée apparaissaient plus tard; la pratique fut alors changée et la désinfection primitive leur fut appliquée, avec les débridements nécessaires pour poursuivre le trajet et le débarrasser de tous les corps étrangers. C'est donc à l'hôpital de campagne et le plus tôt possible que ces interventions doivent être exécutées.

Les plaies pénétrantes de l'abdomen sont, il faut le dire,

une des pierres d'achoppement de la thérapeutique en campagne. Nous avons vu que par le fait de l'ouverture de la muqueuse l'infection est pour ainsi dire fatale et, dans le cas particulier, infection veut dire péritonite, c'est-à-dire complication presque toujours mortelle. Aussi, à part quelques cas particuliers, comme dans la pratique civile, la logique nous dit que la laparotomie s'impose et que son but doit être de parer aux dangers des hémorragies internes et surtout à ceux de l'effusion du contenu intestinal. C'est ce que pensaient la majorité des chirurgiens anglais appelés à se rendre dans l'Afrique du Sud; tout avait été prévu en vue de traiter les plaies abdominales par la laparotomie immédiate. Les faits montrèrent bien vite que la mortalité des opérés dépassait celle des blessés traités par la temporisation. Ce qui ressort de tout ce qui a été écrit sur ce sujet concorde pour établir qu'un très grand nombre de ces blessés succombent avant d'avoir été relevés, que parmi les autres la péritonite en enlève un grand nombre, mais qu'une assez forte proportion peut guérir sans intervention et que la presque totalité de ceux qui sont soumis à la laparotomie y succombe. Aussi on en revint unanimement à l'abstention et avec raison, puisque le temps perdu à ces opérations de longue durée, l'est en pure perte et peut être dépensé plus utilement pour d'autres blessures. Il y a cependant parmi ces plaies de l'abdomen à mettre à part celles qui menacent la vie par l'hémorragie interne; il est clair que celles-ci ne pourront jamais guérir par la temporisation, que la ligature des vaisseaux lésés s'y impose et que si le diagnostic peut en être fait, si l'installation s'y prête la laparotomie doit être pratiquée.

A l'hôpital de campagne quelques trachéotomies, quelques interventions spéciales pour plaies de la bouche ou du pharynx, quelques cathétérismes ou autres opérations pour plaies vésicales ou uréthrales et quelques régularisa-

tions d'amputations, complètent le programme à remplir.

Donc quelques opérations tout à fait urgentes et surtout la revision des blessures et la désinfection rigoureuse de celles qui se trouvent infectées.

J'ajoute qu'à l'hôpital de campagne les méthodes de pansement ne seront plus uniformisées comme en première ligne, mais grâce au temps et au matériel dont on dispose celles-ci pourront être adaptées aux différentes indications. Il est clair que pour les plaies infectées ce n'est plus le pansement sec qui est de mise, mais que l'indication étant de faciliter l'élimination des matériaux d'infection et le libre écoulement des liquides, c'est le pansement ouvert ou le drainage qui la rempliront et que par conséquent on devra recourir au pansement humide et le recouvrir d'une lame de tissu imperméable.

Troisième zone. Hôpitaux de l'arrière. — Nous avons vu la conduite à tenir en première et en seconde ligne et j'ai essayé de vous en tracer le programme en m'inspirant à la fois de la logique des choses et de l'enseignement des dernières campagnes. Il me resterait à déterminer la tâche et le champ d'action de la formation sanitaire de troisième ligne, c'est-à-dire des hôpitaux de l'arrière; cette détermination me paraît superflue puisque ces hôpitaux éloignés du champ de bataille doivent être installés sur le même pied que les hôpitaux civils, munis de l'instrumentation et du matériel que nous sommes habitués à utiliser dans la chirurgie ordinaire; une seule chose diffère, c'est la nature des lésions à traiter; les mêmes principes dirigeants y seront le guide des chirurgiens éclairés par l'expérience de leurs devanciers dans cette chirurgie spéciale des plaies par armes à feu.

L'histoire chirurgicale des dernières guerres a montré avec quels remarquables succès chirurgiens militaires ou civils ont appliqué au traitement des blessures de guerre

la thérapeutique rationnelle dérivée des découvertes géniales de Pasteur et des travaux patients et persévérants de Lister. Innombrables sont les blessés qui doivent à ces deux bienfaiteurs de l'humanité et aux savants qui ont creusé le sillon commencé par eux leurs membres conservés et bien souvent leur vie même.

TABLE DES MATIÈRES



PLANCHE I

Fig. 1. Balle du fusil Minié, pesant 53 grammes. (Guerre d'Italie, siège de Sébastopol), projectile à expansion.
Fig. 2. Balle du fusil Prélaz-Burnand, projectile à expansion.
Fig. 3. Balle à culot.
Fig. 4. Balle anglaise ancienne.
Fig. 5. Balle du fusil Martini Henri.
Fig. 6. Balle du fusil Dreyse, fusil à aiguille. (Guerre de Bohême, guerre franco-allemande.)
Fig. 7. Balle du fusil Chassepot.
Fig. 8. Balle du fusil Vetterli.
Fig. 10. Balle du fusil suisse d'ordonnance (1889-1896) cuirassée à la pointe seulement.
Fig. 9, 11, 12, 13. Divers modèles de balles pour le fusil anglais ; décuirassée à la pointe seulement (13) ; sur le tiers de la longueur (dum-dum) (9) ; décuirassée à la pointe et présentant 4 fentes longitudinales de la cuirasse (11) ; décuirassée à la pointe et creusée d'un canal de 1cm de longueur (12).
Fig. 14. Balle du fusil à aiguille déformée. La balle avait pénétré à la partie supéro-externe de la cuisse et était venue se loger dans l'épaisseur de la paroi abdominale tout près du péritoine.
Fig. 15 *a)* et 15 *b).* Balle du fusil Chassepot déformée, trouvée à l'autopsie dans la cavité abdominale (région lombaire). Spécimen dû au prof. Haltenhoff. (Guerre franco-allemande.)
Fig. 16 *a* et 16 *b*. Balle du fusil Chassepot déformée logée dans la cuisse ; déchirure du périoste et esquilles. Spécimen dû au prof. Haltenhoff. (Guerre franco-allemande.)
Fig. 17. Balle du fusil Chassepot déformée avec impressions spirales.
Fig. 18. Balle du fusil Chassepot trouvée dans le tissu cellulaire à l'autopsie d'un blessé de 1870, mort aliéné en nov. 1892 : balle aplatie et restée latente pendant 22 ans jusqu'à la mort du blessé.
Fig. 19. Balle du Vetterli déformée recueillie dans des expériences de tir.

Fig. 20. Balle du Vetterli, déformation en champignon, tir dans un bloc d'argile.

Fig. 21 et 22. Balles du fusil Rubin, à cuirasse de cuivre, déformées.

Fig. 23 et 24. Balles du fusil d'ordonnance déformées, recueillies dans des expériences de tir.

Fig. 25. Balle du fusil d'ordonnance ; tir sur un bloc de molasse ; la balle déformée présente la forme d'un dé à coudre ; la partie postérieure de la balle se trouve au fond de la cavité ; le métal de toute la partie antérieure a été en quelque sorte retourné de telle façon que le bord de l'ouverture du dé est formé par la pointe du projectile ; ce bord est tapissé par une sorte d'ourlet très régulier et parfaitement continu formé par le métal de la cuirasse. Le bloc de molasse présentait une large perte de substance en cône très évasé, dont le sommet se terminait par une cavité cylindrique du diamètre du dé à coudre ; celui-ci avait été rejeté en arrière du bloc du côté du tireur.



PHOTOTYPIE S.A.D.A.G.



PLANCHE II

Fig. 1, 2, 3 et 4, d'après G.-H. Makins, in Surgical experiences in South Africa, 1899-1900.

Fig. 1. Plaie en gouttière à la partie externe de l'épaule, due à une balle Mauser normale, qui ensuite traversa la jambe d'un homme. A sa partie centrale la gouttière mesurait quelques jours après la blessure $^3/_4$ de pouce de profondeur.

Fig. 2. Trajet superficiel thoraco-abdominal (séton). Entrée petite; changement de coloration de la peau sur le bord costal dû à la lésion des couches profondes de la peau; sortie en gouttière en forme de flamme.

Fig. 3. Plaies d'entrée et de sortie dans les deux cuisses et le scrotum. De droite à gauche : 1° entrée circulaire dans la fesse gauche derrière le trochanter; 2° sortie en fente verticale dans la région des adducteurs; 3° entrée en fente dans le scrotum (probablement il avait été refoulé avant que la balle pénétrât et il se produisit une fente dans un pli normal); 4° sortie circulaire, au scrotum (il était de ce côté soutenu par la surface de la cuisse droite); 5° entrée en fente transversale dans la région des adducteurs de la cuisse droite; 6° sortie irrégulière « explosive », la balle ayant frôlé la surface antérieure du fémur mais sans y avoir produit de solution de continuité.

Fig. 4. Entrée circulaire à la partie postérieure du bras; sortie (en forme d'oiseau) au pli de l'aisselle en avant.

Fig. 5, 6, 7, 8, 9 et 10, d'après H. Nimier, in : Blessures du crâne et de l'encéphale par coup de feu.

Fig. 5 *a*. Coup de feu perforant antéro-postérieur (balle Lebel tirée à 1000 mètres). Trou d'entrée et fissures qui en émanent.

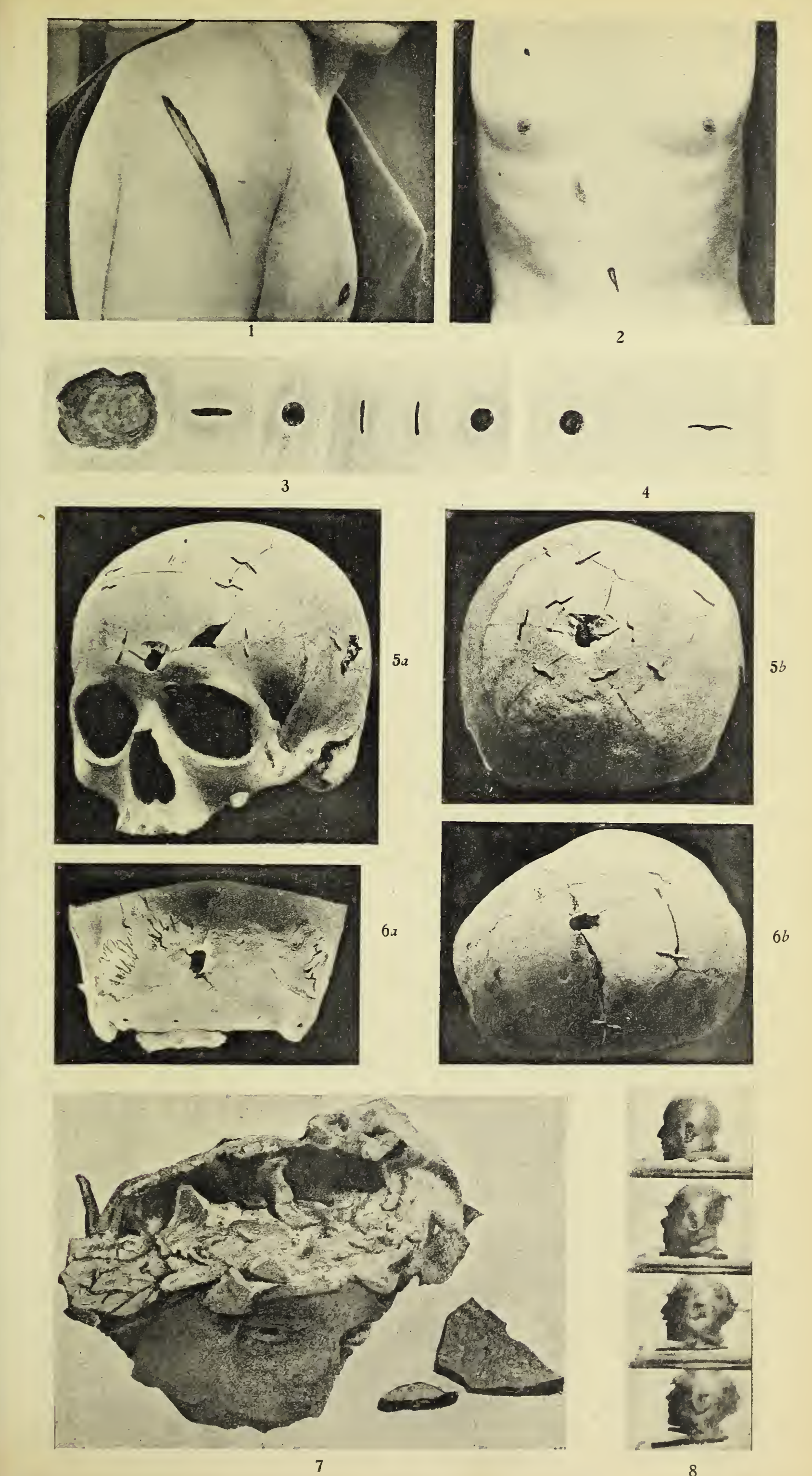
Fig. 5 *b*. Id. Trou de sortie avec les fissures radiées et circulaires (fracture en roue) et la terminaison des fissures émanées du trou d'entrée.

Fig. 6 *b*. Coup de feu perforant du vertex à l'occiput (balle Lebel tirée à 1500 mètres). Trou d'entrée.

Fig. 6 *a*. Id. Trou de sortie.

Fig. 7. Coup de feu du crâne antéro-postérieur explosif (balle Gras tirée à 6 mètres).

Fig. 8. Cinématographie d'un coup de feu perforant antéro-postérieur (balle Gras tirée à 5 mètres, 120 clichés à la seconde). La première figure montre la tête avant le coup; sur la seconde figure on voit une gerbe de fines particules qui émergent du trou d'entrée de la balle, laquelle est encore dans le crâne; celui-ci est déformé, le vertex soulevé. Dans la troisième figure, la tête qui était simplement posée sur une tablette, se soulève dans son entier; de plus elle présente une projection de la région occipitale qui s'ouvre largement et au delà de cet orifice se voit la balle; celle-ci n'a donc mis guère plus de $^1/_{60}$ de seconde pour traverser le crâne. Dans la quatrième figure le déplacement total de la tête s'est accentué et les orifices d'entrée et de sortie se sont élargis.



PHOTOTYPIE S.A.D.A.G.





PLANCHE III

Fig. 1. Sillon sans fracture de la diaphyse tibiale. *a)* entrée; *b)* sortie. Fusil Vetterli; distance 100 mètres.

Fig. 2. Sillon de l'épiphyse fémorale. Fusil d'ordonnance; charge réduite.

Fig. 3. Séton pur du bulbe du tibia. *a)* entrée; *b)* sortie. — Fusil Vetterli.

Fig. 4. Séton pur du bulbe du tibia. *a)* entrée; *b)* sortie. — Fusil d'ordonnance; charge réduite donnant la vitesse initiale à 600 mètres; distance du tir 50 mètres.

Fig. 5. Perforation simple de l'omoplate. — Fusil d'ordonnance.

Fig. 6. Perforation de l'omoplate avec une courte fissure. — Fusil Vetterli.

Fig. 7. Séton du bassin avec quelques fissures, à la réunion du pubis et de l'ilion. — Fusil d'ordonnance.


1a
1b
2
3a
3b
4a
4b
5
6
7



PLANCHE IV

Figures empruntées au Traité de Chirurgie de guerre

par E. Delorme.

Fig. 1. Schéma de la fracture en X, *c*, contact de la balle d'où partent les quatre fissures obliques qui aboutissent à la fissure symétrique *fs*.

Fig. 2 *a* et *b*. Fracture en X type du fémur. Du point de contact partent quatre fissures aboutissant à la fissure symétrique qui sillonne la face de l'os; deux grandes esquilles triangulaires. (Pièce de la collection Delorme au Val-de-Grâce.)

Fig. 3 *a* et *b*. Fracture oblique du fémur; la balle s'est fragmentée. Une portion de métal est restée au contact de l'os. Du point de contact part une grande fissure oblique supérieure et une inférieure. Par leurs extrémités ces fissures obliques aboutissent à la fissure symétrique longitudinale. (Pièce de la collection Delorme au Val-de-Grâce.)

Fig. 4 *a* et *b*. Fracture en V ou cunéenne; une seule grande esquille. (Pièce de la collection Delorme au Val-de-Grâce).

Fig. 5 *a* et *b*. Fracture par contact comminutive de l'humérus; les esquilles principales sont subdivisées par des traits secondaires. (Pièce de la collection Delorme au Val-de-Grâce).

Fig. 6. Lésions épiphyso-diaphysaires par contact au-dessus de la ligne du cartilage de conjugaison. (Pièce de la collection Delorme).

Fig. 7. Lésions épiphyso-diaphysaires par perforation de l'humérus au-dessus de la ligne du cartilage de conjugaison. (Pièce de la collection Delorme).

Fig. 8. Perforation de l'extrémité inférieure de l'humérus par une balle qui a frappé l'os au niveau de la ligne du cartilage de conjugaison. Fracture de l'épiphyse et de la diaphyse. (Pièce de la collection Delorme).

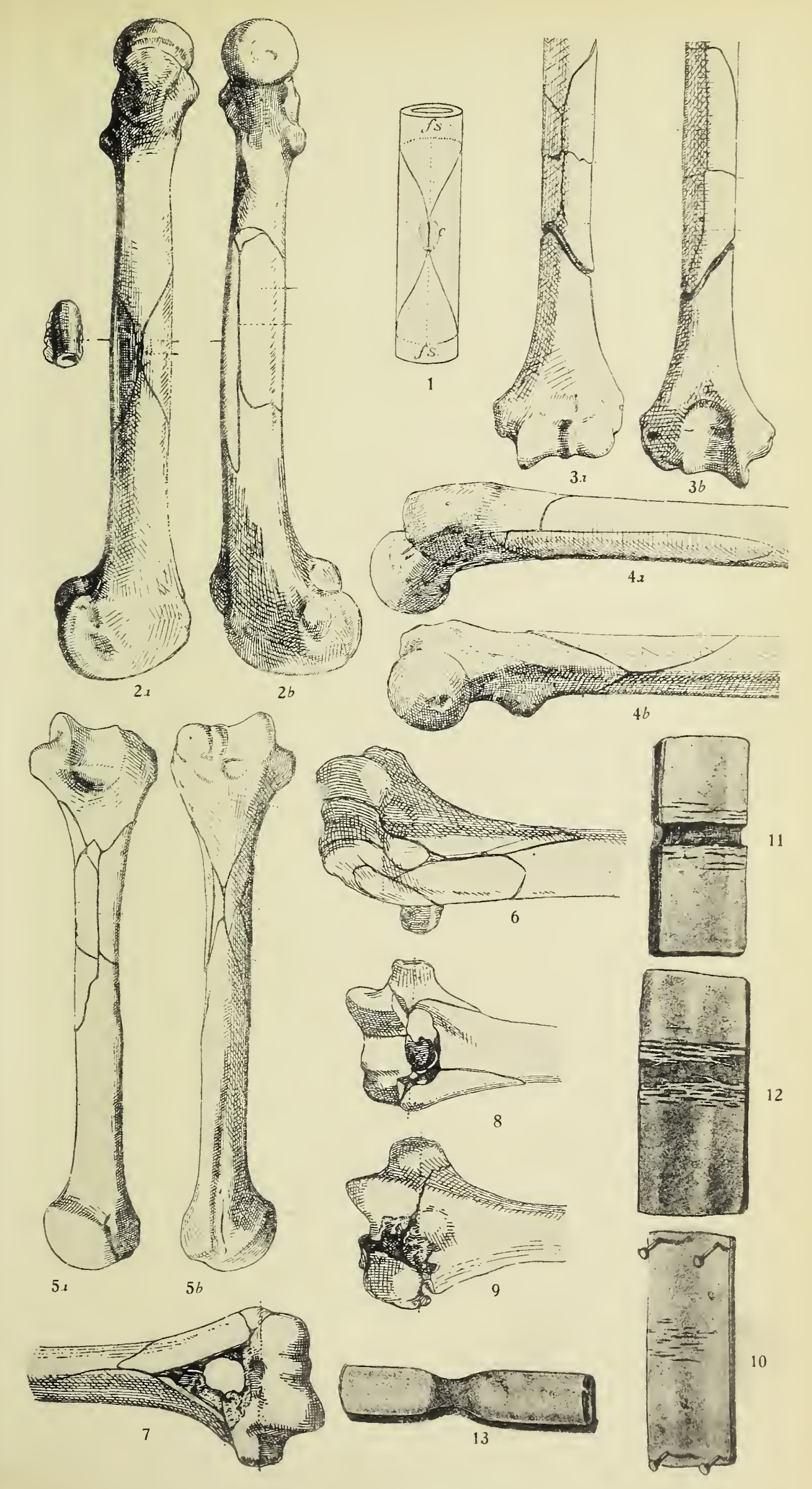
Fig. 9. Perforation de l'extrémité inférieure de l'humérus par une balle de 8^{mm}, qui a frappé l'os au-dessous de la ligne du cartilage de conjugaison ; lésions limitées à l'épiphyse. (Pièce de la collection Delorme.)

Fig. 10. Contusion artérielle au premier degré. (Pièce expérimentale Delorme.)

Fig. 11. Contusion artérielle au troisième degré. (Pièce expérimentale Delorme.)

Fig. 12. Contusion au troisième degré et au second degré au-dessus et au-dessous. (Delorme.)

Fig. 13. Contusion au troisième degré, artère non incisée. (Delorme.)



Phototypie SADAG. Sécheron-GENÈVE





PLANCHE V

Fig. 1. Fracture comminutive de la diaphyse fémorale au voisinage du bulbe ; *a)* entrée ; *b)* sortie. — Fusil d'ordonnance.

Cette pièce montre les deux systèmes de fissures divergentes partant de chacun des deux orifices ; l'orifice de sortie est arrondi et indique que le projectile a dû perforer la paroi intacte.

Fig. 2. Fracture comminutive de la diaphyse fémorale, près de sa partie moyenne : *a)* entrée ; *b)* sortie ; l'orifice de sortie est irrégulier par le fait de la séparation de petites esquilles ; quelques-unes des fissures partent de cet orifice. — Fusil d'ordonnance.

Fig, 3. Fracture comminutive de la diaphyse humérale à sa partie moyenne ; *a)* entrée ; *b)* sortie.

Fig. 4. Perforation du crâne ; *a)* entrée ; *b)* sortie. — Fusil Vetterli ; charge entière ; distance 100 mètres. Le crâne était vide ; le séton de sortie est d'un diamètre un peu supérieur à celui d'entrée ; il n'y a aucune fissure.

Fig. 5. Fracture du col du fémur par une balle de Chassepot, pièce provenant d'une femme âgée blessée pendant l'insurrection de la Commune de Paris (1871). La fracture est complète, les fragments maintenus par des ponts de périoste et la balle enclavée dans le foyer au bord supérieur du col.

Fig. 6. Perforation du frontal sur un crâne très épais ; *a)* entrée ; *b)* sortie. — Fusil Vetterli.

Cette pièce montre particulièrement bien, à cause de l'épaisseur de l'os, l'agrandissement en marches d'escalier du du côté de la sortie.



1a

1b

2a

2b

3a

3b

4a

5

4b

6a

6b

Phototypie SADAG, Sécheron-GENÈVE



PLANCHE VI

Fig. 1 à 4. Tir sur une plaque de caoutchouc de 1^{cm} d'épaisseur; distance 50 mètres.

V = fusil Vetterli;

O = fusil d'ordonnance;

E = charge entière;

R = charge réduite donnant au projectile une vitesse initiale égale à la vitesse restante à 800 mètres.

Fig. 1 *a*, 2 *a*, 3 *a*, 4 *a*. Trous d'entrée.

Fig. 1 *b*, 2 *b*, 3 *b*, 4 *b*. Trous de sortie.

Du côté de l'entrée la perforation mesure 1^{mm} pour V.E., 0^{mm},02 pour O.E., V.R. et O.R. ; elle est entourée d'une zone de 2^{mm},5 pour V.E., de 1^{mm},5 pour O.E., de 3^{mm},5 pour V.R. et de 1^{mm},5 sur 3^{mm} pour O.R., dans laquelle le caoutchouc est devenu noir; cette auréole est l'analogue de la zone ecchymotique qui entoure l'orifice d'entrée d'un projectile.

Du côté de la sortie la perte de substance est un peu plus grande que du côté de l'entrée et sans auréole.

Fig. 5. Trous d'entrée d'une balle de 7^{mm},5 tirée à 200 mètres sur la peau d'un chien; les poils qui entourent l'orifice sont intacts, sans la moindre trace de brûlure.

Fig. 6 et 7. Cylindres de plomb fermés; tir à 50 mètres; fusil d'ordonnance, charge entière.

Fig. 6 *a* et 6 *b*. Cylindre vide; *a)* entrée; *b)* sortie.

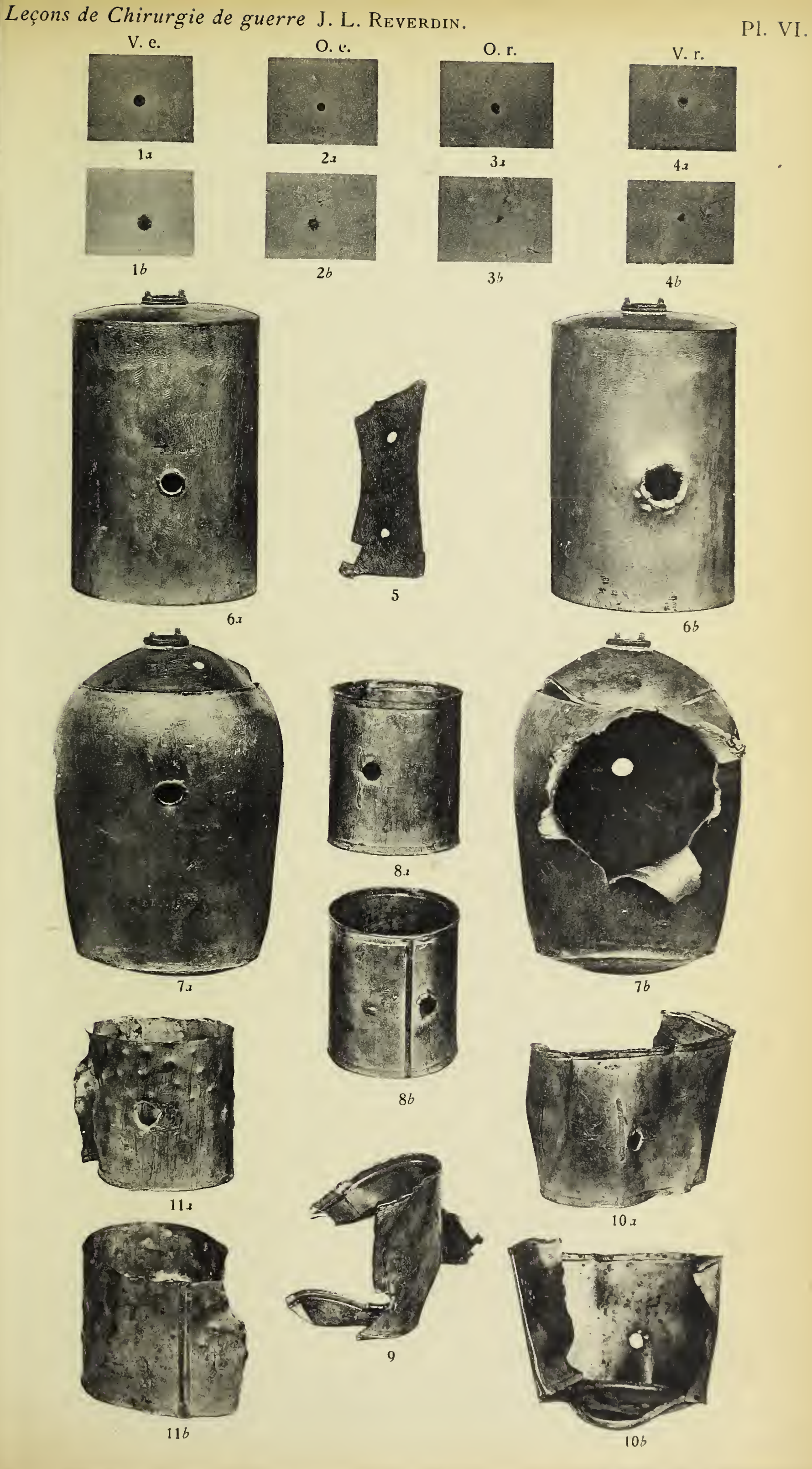
Fig. 7 *a* et 7 *b*. » plein d'eau; *a)* entrée; *b)* sortie.

Dans les figures 6 *a* et 6 *b*, le cylindre a gardé sa forme, tandis que dans les figures 7 *a* et 7 *b*, au contraire, cette forme est complètement changée; les parois sont bombées partout mais surtout au voisinage du trajet du projectile; du côté de la sortie la paroi a été largement déchirée et ses lambeaux renversés en dehors. La capacité du réservoir est considérablement augmentée.

Fig. 8 à 10. Cylindres du fer blanc ouverts en haut. Tir avec le fusil Vetterli à 12 pas, charge entière.

Fig. 8 *a*. Cylindre vide, entrée.
Fig. 8 *b*. » » sortie.
Fig. 9. » rempli d'eau.
Fig. 10 *a*. » » de sable humide ; entrée.
Fig. 10 *b*. » » » » sortie.
Fig. 11 *a* et 11 *b*. Cylindre rempli de billes.

On voit que tandis que le cylindre vide présente un trou d'entrée arrondi et un trou de sortie de même forme, mais un peu plus grand, le cylindre rempli d'eau est complètement disloqué, le cylindre rempli de sable humide l'est un peu moins et enfin que le cylindre rempli de billes a sa paroi partout bosselée ; les bosselures sont plus accusées du côté de la sortie.



Phototypie SADAG, Sécheron-GENÈVE





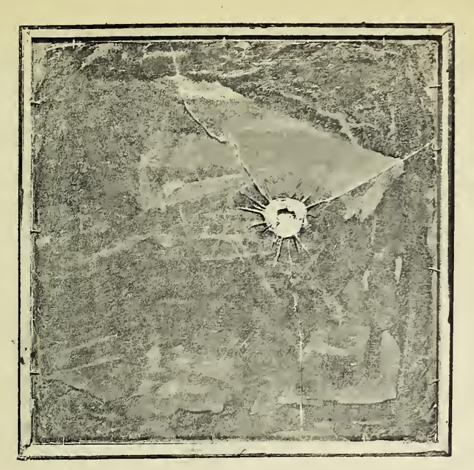
PLANCHE VII

Carreaux de verre de 40^{cm} de côté encadrés et recouverts sur la face correspondant à la sortie d'un papier noir.

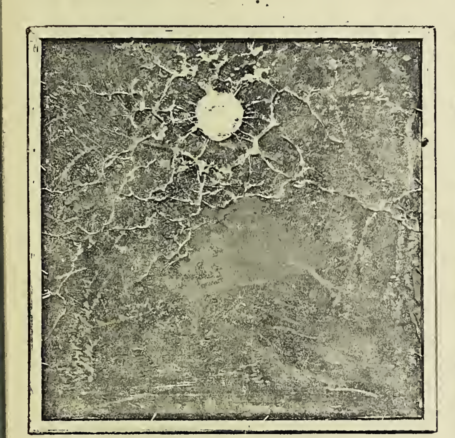
Tir à 50 mètres.

1° O.r. = fusil d'ordonnance, charge réduite.
2° V.r. = » Vetterli » »
3° O.e. = » d'ordonnance, charge entière.
4° V.e. = » Vetterli » »

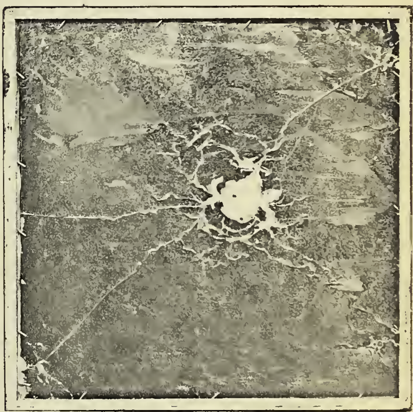
Avec la charge entière des fissures radiées et des fissures concentriques nombreuses découpent le verre à la façon d'un jeu de patience jusqu'au cadre ; avec la charge réduite les grandes fissures sont infiniment moins nombreuses et moins étendues Autour de la perte de substance on trouve dans tous les cas, quelle que soit la charge, une zone dans laquelle le verre morcelé par des fissures radiées et des fissures concentriques est devenu opaque et blanc. Les effets latéraux sont plus intenses avec le Vetterli fig. 4 qu'avec le fusil d'ordonnance fig. 3.



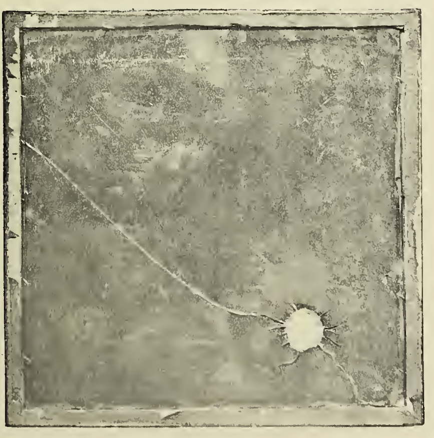
1. O. r.



3. O. e.



4. V. e.



2. V. r.

Phototypie SADAG, Sécheron-GENÈVE









